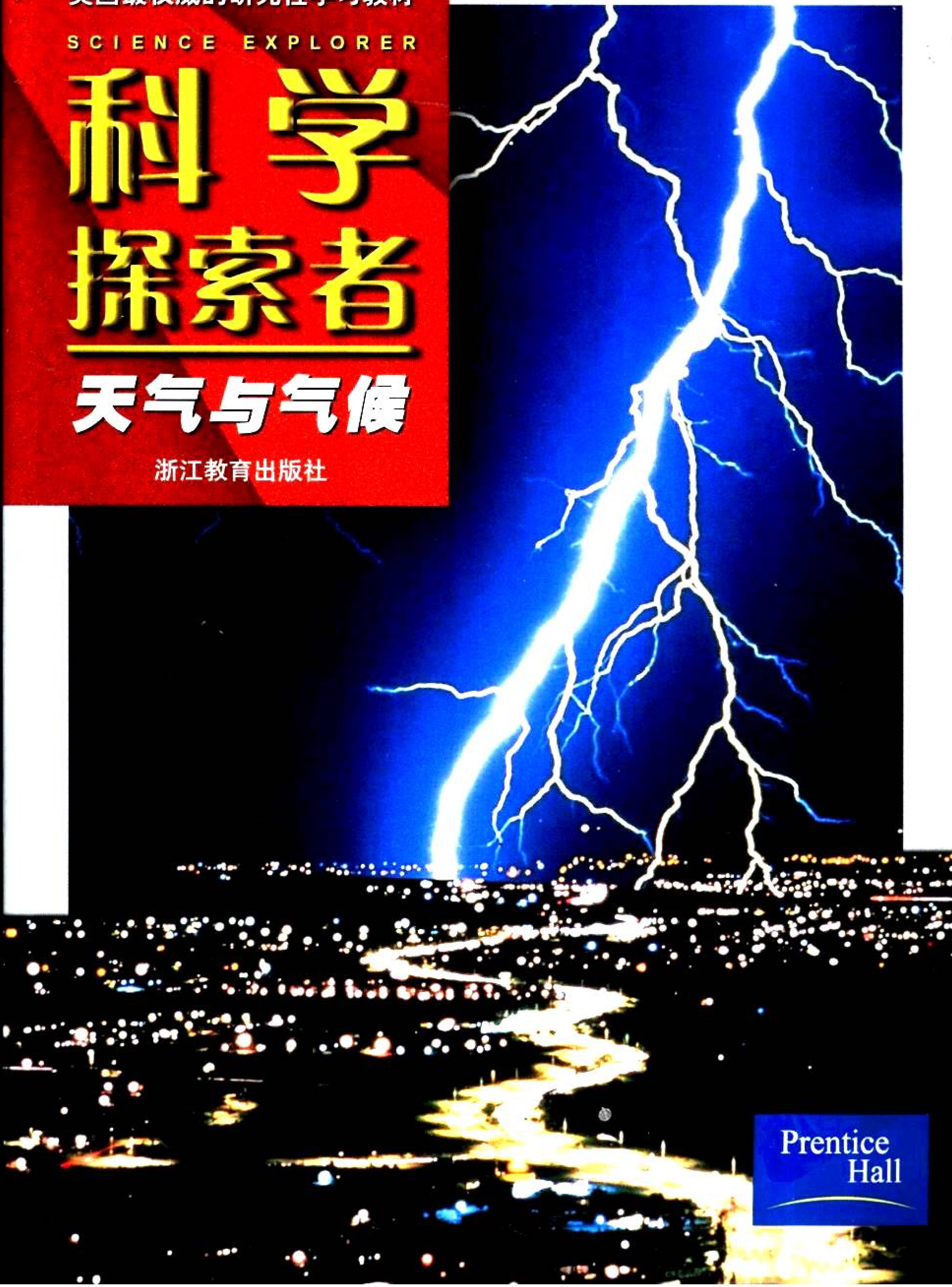
美国最权威的研究性学习教材

SCIENCE EXPLORER

科学探索者

天气与气候

浙江教育出版社



Prentice Hall

美国最权威的研究性学习教材

SCIENCE EXPLORER

科学探索者

美国中学
普遍选用的综合理科教材

新课标、新观念、新学法的
最佳参考用书

科学探索者(全套 15 册)

运动、力与能量
地球上的水
声与光
电与磁
天文学
化学反应
物质构成
环境科学
从细菌到植物
细胞与遗传
动物
人体生理卫生
地球内部
地表的演变
天气与气候

- 探索科学奥秘
- 指导研究性学习
- 知识能力方法并重
- 动手动脑趣味无穷



培生教育集团原版
20 余个发达国家选用的教材

ISBN 7-5338-4577-3
9 787533 845773 >

Pearson Education

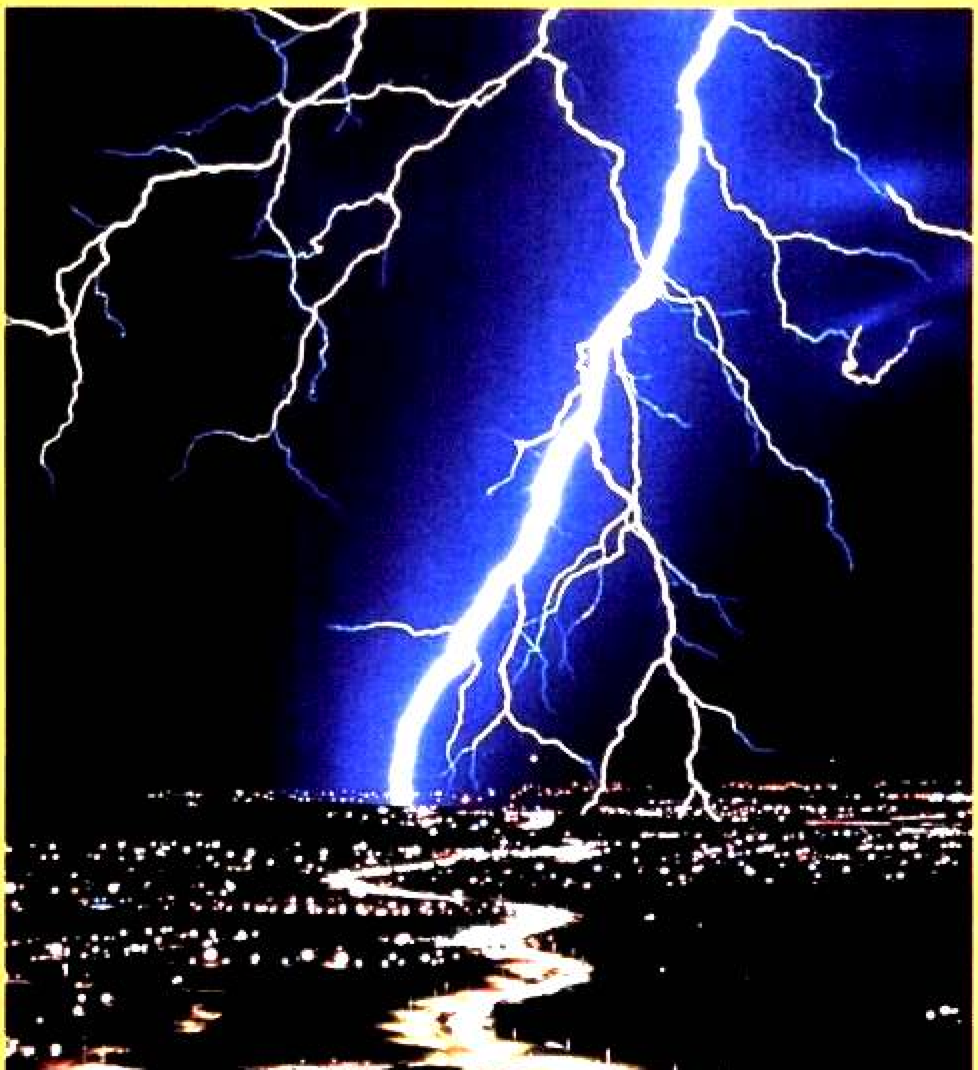
ISBN 7-5338-4577-3/N·06
定 价: 19.50 元

美国最权威的研究性学习教材

SCIENCE EXPLORER

科学探索者

天气与气候



浙江教育出版社

科学探索者

天气与气候

Program Resources
Student Edition
Annotated Teacher's Edition
Teaching Resources Book with Color Transparencies
Weather and Climate Materials Kits

Program Components
Integrated Science Laboratory Manual
Integrated Science Laboratory Manual, Teacher's Edition
Inquiry Skills Activity Book
Student-Centered Science Activity Books
Program Planning Guide
Guided Reading English Audiotapes
Guided Reading Spanish Audiotapes and Summaries
Product Testing Activities by Consumer Reports™
Event-Based Science Series (NSF funded)
Prentice Hall Interdisciplinary Explorations
Cobblestone, Odyssey, Calliope, and *Faces* Magazines

Media/Technology
Science Explorer Interactive Student Tutorial CD-ROMs
Odyssey of Discovery CD-ROMs
Resource Pro® (Teaching Resources on CD-ROM)
Assessment Resources CD-ROM with Dial-A-Test®
Internet site at www. science-explorer. phschool. com
Life, Earth, and Physical Science Videodiscs
Life, Earth, and Physical Science Videotapes

科学探索者

从细菌到植物
动物
细胞与遗传
人体生理卫生
环境科学
地球内部
地表的演变
地球上的水
天气与气候
天文学
物质构成
化学反应
运动、力与能量
电与磁
声与光

Staff Credits

The people who made up the *Science Explorer* team – representing editorial, editorial services, design services, field marketing, market research, marketing services, on-line services/multimedia development, product marketing, production services, and publishing processes – are listed below. Bold type denotes core team members.

Kristen E. Ball, **Barbara A. Bertell,** Peter W. Brooks, **Christopher R. Brown, Greg Cantone,** Jonathan Cheney, **Patrick Finbarr Connolly,** Loree Franz, Donald P. Gagnon, Jr., **Paul J. Gagnon, Joel Gendler,** Elizabeth Good, Kerri Hoar, **Linda D. Johnson,** Katherine M. Kotik, Russ Lappa, Marilyn Leitao, David Lippman, **Eve Melnechuk, Natania Mlawer,** Paul W. Murphy, **Cindy A. Noftle,** Julia F. Osborne, Caroline M. Power, Suzanne J. Schineller, **Susan W. Tafler,** Kira Thaler-Marbit, Robin L. Santel, Ronald Schachter, **Mark Tricca,** Diane Walsh, Pearl B. Weinstein, Beth Norman Winickoff

Acknowledgment for page 150-151: Excerpt from *Alone* by Richard E. Byrd, reprinted by arrangement with Island Press. Copyright © 1938 by Richard E. Byrd, ©renewed 1986.

ISBN 0-13-434494-4
5 6 7 8 9 10 03 02 01 00



封面 闪电撕裂了亚利桑那州图森市的夜空

Program Authors



Michael J. Padilla, Ph.D.
Professor
Department of Science Education
University of Georgia
Athens, Georgia

Michael Padilla is a leader in middle school science education. He has served as an editor and elected officer for the National Science Teachers Association. He has been principal investigator of several National Science Foundation and Eisenhower grants and served as a writer of the National Science Education Standards.

As lead author of *Science Explorer,* Mike has inspired the team in developing a program that meets the needs of middle grades students, promotes science inquiry, and is aligned with the National Science Education Standards.



Ioannis Miaoulis, Ph.D.
Dean of Engineering
College of Engineering
Tufts University
Medford, Massachusetts

Martha Cyr, Ph.D.
Director, Engineering
Educational Outreach
College of Engineering
Tufts University
Medford, Massachusetts

Science Explorer was created in collaboration with the College of Engineering at Tufts University. Tufts has an extensive engineering outreach program that uses engineering design and construction to excite and motivate students and teachers in science and technology education.

Faculty from Tufts University participated in the development of *Science Explorer* chapter projects, reviewed the student books for content accuracy, and helped coordinate field testing.

每章課題

Book Author

Barbara Brooks Simons
Science Writer
Boston, Massachusetts

Contributing Writers

Alfred B. Bortz, Ph.D.
School of Education
Duquesne University
Pittsburgh, Pennsylvania

Enery Pineo
Science Teacher
Barrington Middle School
Barrington, Rhode Island

Karen Riley Sievers
Science Teacher
Callanan Middle School
Des Moines, Iowa

Sharon M. Stroud
Science Teacher
Widefield High School
Colorado Spring, Colorado

Reading Consultant

Bonnie B. Armbruster, Ph.D.
Department of Curriculum
and Instruction
University of Illinois
Champaign, Illinois

Interdisciplinary Consultant

Heidi Hayes Jacobs, Ed.D.
Teacher's College
Columbia University
New York, New York

Safety Consultants

W. H. Breazeale, Ph.D.
Department of Chemistry
College of Charleston
Charleston, South Carolina

Ruth Hathaway, Ph.D.
Hathaway Consulting
Cape Girardeau, Missouri

Tufts University Program Reviewers

Behrouz Abedian, Ph.D.
Department of Mechanical Engineering

Wayne Chudyk, Ph.D.
Department of Civil and Environmental Engineering

Eliana De Bernardez-Clark, Ph.D.
Department of Chemical Engineering

Anne Marie Desmarais, Ph.D.
Department of Civil and Environmental Engineering

David L. Kaplan, Ph.D.
Department of Chemical Engineering

Paul Kelley, Ph.D.
Department of Electro-Optics

George S. Mumford, Ph.D.
Professor of Astronomy, Emeritus

Jan A. Pechenik, Ph.D.
Department of Biology

Livia Racz, Ph.D.
Department of Mechanical Engineering

Robert Rifkin, M.D.
School of Medicine

Jack Ridge, Ph.D.
Department of Geology

Chris Swan, Ph.D.
Department of Civil and Environmental Engineering

Peter Y. Wong, Ph.D.
Department of Mechanical Engineering

Content Reviewers

Jack W. Beal, Ph.D.
Department of Physics
Fairfield University
Fairfield, Connecticut

W. Russell Blake, Ph.D.
Planetarium Director
Plymouth Community Intermediate School
Plymouth, Massachusetts

Howard E. Buhse, Jr., Ph.D.
Department of Biological Sciences
University of Illinois
Chicago, Illinois

Dawn Smith Burgess, Ph.D.
Department of Geophysics
Stanford University
Stanford, California

A. Malcolm Campbell, Ph.D.
Assistant Professor
Davidson College
Davidson, North Carolina

Elizabeth A. De Stasio, Ph.D.
Associate Professor of Biology
Lawrence University
Appleton, Wisconsin

John M. Fowler, Ph.D.
Former Director of Special Projects
National Science Teacher's Association
Arlington, Virginia

Jonathan Gitlin, M.D.
School of Medicine
Washington University
St. Louis, Missouri

Dawn Graff-Haight, Ph.D., CHES
Department of Health, Human Performance, and Athletics
Linfield College
McMinnville, Oregon

Deborah L. Gumucio, Ph.D.
Associate Professor
Department of Anatomy and Cell Biology
University of Michigan
Ann Arbor, Michigan

William S. Harwood, Ph.D.
Dean of University Division and Associate Professor of Education
Indiana University
Bloomington, Indiana

Cyndy Henzel, Ph.D.
Department of Geography and Regional Development
University of Arizona
Tucson, Arizona

Greg Hutton
Science and Health Curriculum Coordinator
School Board of Sarasota County
Sarasota, Florida

Susan K. Jacobson, Ph.D.
Department of Wildlife Ecology and Conservation
University of Florida
Gainesville, Florida

Judy Jernstedt, Ph.D.
Department of Agronomy and Range Science
University of California, Davis
Davis, California

John L. Kermond, Ph.D.
Office of Global Programs
National Oceanographic and Atmospheric Administration
Silver Spring, Maryland

David E. LaHart, Ph.D.
Institute of Science and Public Affairs
Florida State University
Tallahassee, Florida

Joe Leverich, Ph.D.
Department of Biology
St. Louis University
St. Louis, Missouri

Dennis K. Lieu, Ph.D.
Department of Mechanical Engineering
University of California
Berkeley, California

Cynthia J. Moore, Ph.D.
Science Outreach Coordinator
Washington University
St. Louis, Missouri

Joseph M. Moran, Ph.D.
Department of Earth Science
University of Wisconsin–Green Bay
Green Bay, Wisconsin

Joseph Stukey, Ph.D.
Department of Biology
Hope College
Holland, Michigan

Seetha Subramanian
Lexington Community College
University of Kentucky
Lexington, Kentucky

Carl L. Thurman, Ph.D.
Department of Biology
University of Northern Iowa
Cedar Falls, Iowa

Edward D. Walton, Ph.D.
Department of Chemistry
California State Polytechnic University
Pomona, California

Robert S. Young, Ph.D.
Department of Geosciences and Natural Resource Management
Western Carolina University
Cullowhee, North Carolina

Edward J. Zalisko, Ph.D.
Department of Biology
Blackburn College
Carlinville, Illinois

Teacher Reviewers

Stephanie Anderson
Sierra Vista Junior High School
Canyon Country, California

John W. Anson
Mesa Intermediate School
Palmdale, California

Pamela Arline
Lake Taylor Middle School
Norfolk, Virginia

Lynn Beason
College Station Jr. High School
College Station, Texas

Richard Bothmer
Hollis School District
Hollis, New Hampshire

Jeffrey C. Callister
Newburgh Free Academy
Newburgh, New York

Judy D'Albert
Harvard Day School
Corona Del Mar, California

Betty Scott Dean
Guilford County Schools
McLeansville, North Carolina

Sarah C. Duff
Baltimore City Public Schools
Baltimore, Maryland

Melody Law Ewey
Holmes Junior High School
Davis, California

Sherry L. Fisher
Lake Zurich Middle School North
Lake Zurich, Illinois

Melissa Gibbons
Fort Worth ISD
Fort Worth, Texas

Debra J. Goodding
Kraemer Middle School
Placentia, California

Jack Grande
Weber Middle School
Port Washington, New York

Steve Hills
Riverside Middle School
Grand Rapids, Michigan

Carol Ann Lionello
Kraemer Middle School
Placentia, California

Jaime A. Morales
Henry T. Gage Middle School
Huntington Park, California

Patsy Partin
Cameron Middle School
Nashville, Tennessee

Deedra H. Robinson
Newport News Public Schools
Newport News, Virginia

Bonnie Scott
Clack Middle School
Abilene, Texas

Charles M. Sears
Belzer Middle School
Indianapolis, Indiana

Barbara M. Strange
Ferndale Middle School
High Point, North Carolina

Jackie Louise Ulfig
Ford Middle School
Allen, Texas

Kathy Usina
Belzer Middle School
Indianapolis, Indiana

Heidi M. von Oetinger
L'Anse Creuse Public School
Harrison Township, Michigan

Pam Watson
Hill Country Middle School
Austin, Texas

Activity Field Testers

Nicki Bibbo
Russell Street School
Littleton, Massachusetts

Connie Boone
Fletcher Middle School
Jacksonville Beach, Florida

Rose-Marie Botting
Broward County School District
Fort Lauderdale, Florida

Colleen Campos
Laredo Middle School
Aurora, Colorado

Elizabeth Chait
W. L. Chenery Middle School
Belmont, Massachusetts

Holly Estes
Hale Middle School
Stow, Massachusetts

Laura Hapgood
Plymouth Community Intermediate School
Plymouth, Massachusetts

Sandra M. Harris
Winman Junior High School
Warwick, Rhode Island

Jason Ho
Walter Reed Middle School
Los Angeles, California

Joanne Jackson
Winman Junior High School
Warwick, Rhode Island

Mary F. Lavin
Plymouth Community Intermediate School
Plymouth, Massachusetts

James MacNeil, Ph.D.
Concord Public Schools
Concord, Massachusetts

Lauren Magruder
St. Michael's Country Day School
Newport, Rhode Island

Jeanne Maurand
Glen Urquhart School
Beverly Farms, Massachusetts

Warren Phillips
Plymouth Community Intermediate School
Plymouth, Massachusetts

Carol Pirtle
Hale Middle School
Stow, Massachusetts

Kathleen M. Poe
Kirby-Smith Middle School
Jacksonville, Florida

Cynthia B. Pope
Ruffner Middle School
Norfolk, Virginia

Anne Scammell
Geneva Middle School
Geneva, New York

Karen Riley Sievers
Callanan Middle School
Des Moines, Iowa

David M. Smith
Howard A. Eyer Middle School
Macungie, Pennsylvania

Derek Strohschneider
Plymouth Community Intermediate School
Plymouth, Massachusetts

Sallie Teames
Rosemont Middle School
Fort Worth, Texas

Gene Vitale
Parkland Middle School
McHenry, Illinois

Zenovia Young
Meyer Levin Junior High School (IS 285)
Brooklyn, New York

目录



活 动



学科探索

每 章 课 题

（贯穿整章的探索活动）

探 索 活 动

（课前的思考与探索）

增 进 技 能

（专业技能训练）

试一试

（基本概念的巩固与强化）

技能实验室

（探索技能强化）

生活实验室

（科学知识的应用）

跨学科探索



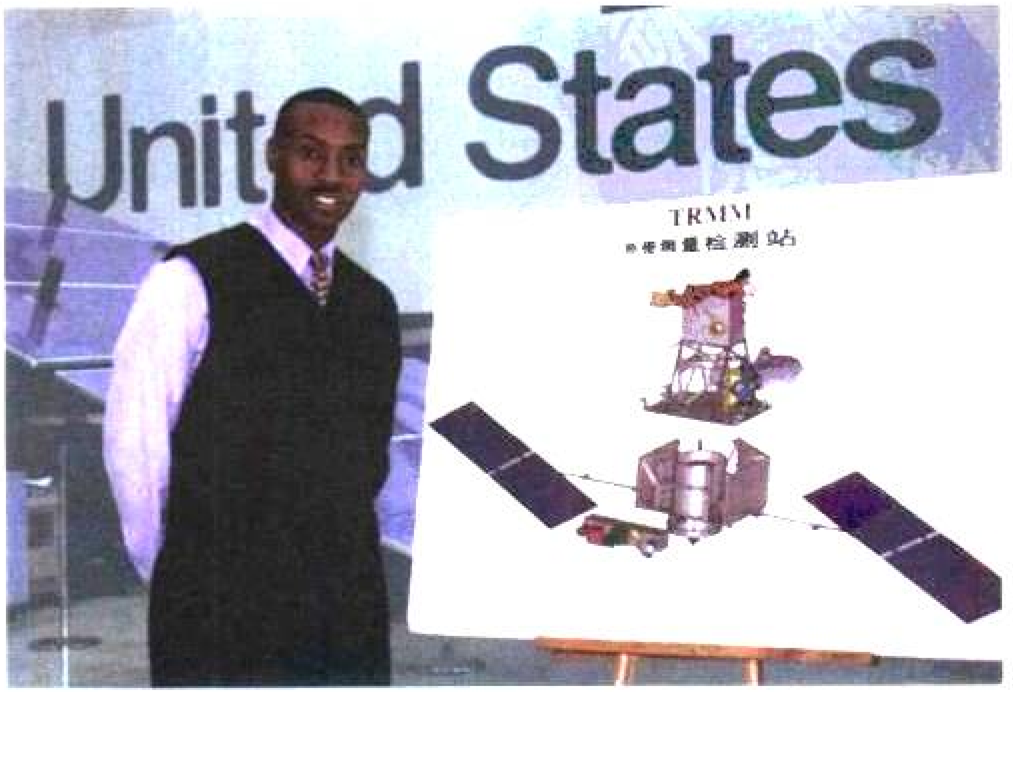
关注地球

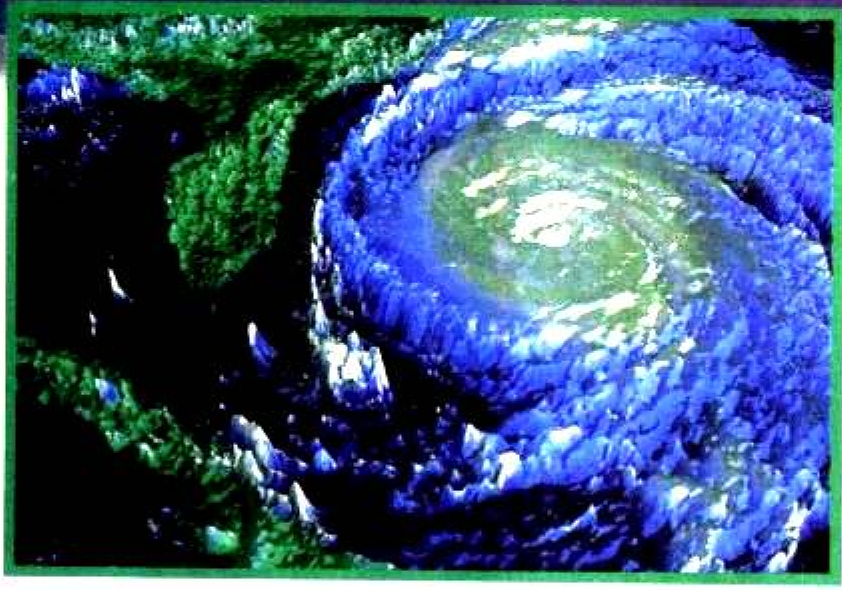
在美国佛罗里达州东海岸的肯尼迪航天中心，工作人员正在为一颗人造卫星的发射升空做准备。他们了解到一场雷暴正朝他们这个方向移动。应该准时发射还是推迟到雷暴过后呢？在做出最后的决定以前，工作人员向气象学家了解最新的天气报告。

肯尼迪航天中心位于距离佛罗里达州中部约 100 千米的东部。与世界上绝大部分地区相比，该州中部的夏季雷暴比较多，因此对大暴雨的形成时间、移动路径的推测便成了气象工作者的工作重点。马歇尔·谢泼德就是这方面的专家之一。

马歇尔·谢泼德

马歇尔·谢泼德出生于1969年，在佐治亚州一个叫坎顿的小城镇长大，曾经在佛罗里达州立大学学习气象学。他的父母都是学校校长。目前，马歇尔·谢泼德作为一位研究型气象学家在美国宇航局(NASA)的天体研究小组工作，他是研究特大雷暴形成及演变的专家。







◀ ...rricane Fran)在……近的加勒比海和古巴岛……咆哮，白色的云团围绕着飓风中心的“风眼”打转(见右上角)。

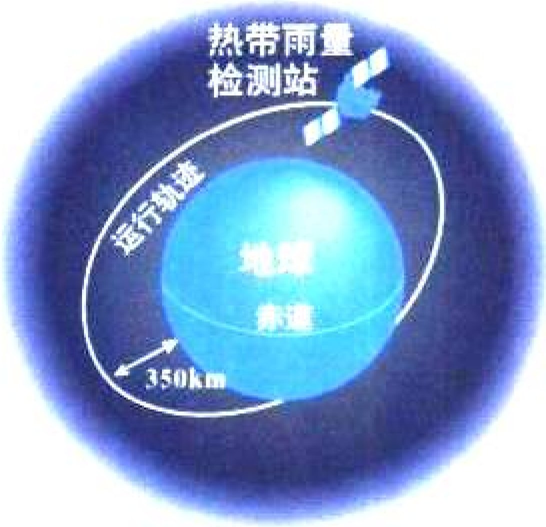
起步于科技博览会

马歇尔·谢泼德是一位预测天气的“老手”，他从小学六年级就开始了这方面的学习。当时他的老师建议他去参加一个科技博览会。谢泼德把自己的研究项目命名为“六年级的学生能预测天气吗”。首先，他前往亚特兰大当地的电视台参观了气象工作者用于测量基本天气变化的仪器。

> “佛罗里达州的地形是此地多风暴的原因之一。”

“然后我阅读了一些有关天气的背景知识，我认为能够利用日常用品来制造其中一些仪器。”马歇尔·谢泼德回忆道。

马歇尔·谢泼德利用一些日常用品和少部分从商店购买的便宜配件配置了课题所需的全部仪器。他组建了一个天气实验室——用风速表测定风速，风向标确定风向，气压计测量气压，毛发湿度计测量湿度，雨量器计量降水量。





▲ 热带雨量检测站(TRMM)是一种从太空中记录天气状态的仪器，它在距离地球350 km的上空围绕地球旋转。



热带雨量检测站大约有一个小房间那么大，一辆中型卡车那么重。它包含两块太阳能接受板和一些用来记录天气数据的设备。

“利用这些基本仪器，我在附近地区进行了气象观测”，马歇尔·谢泼德解释，“通过6个月日复一日的观测，我不仅收集到精确的数据，还发现了一些非常有趣的现象。”谢泼德的实验仪器和他在气象观测方面的科学化工作，为他在当地和州的科技博览会上赢得了奖项。

马歇尔·谢泼德回忆道：“从那时侯开始，我就投身到科学研究事业”。高中毕业以后，谢泼德有了一个明确的目标：“总有一天，我要成为一名就职于美国宇航局的研究型科学家。”

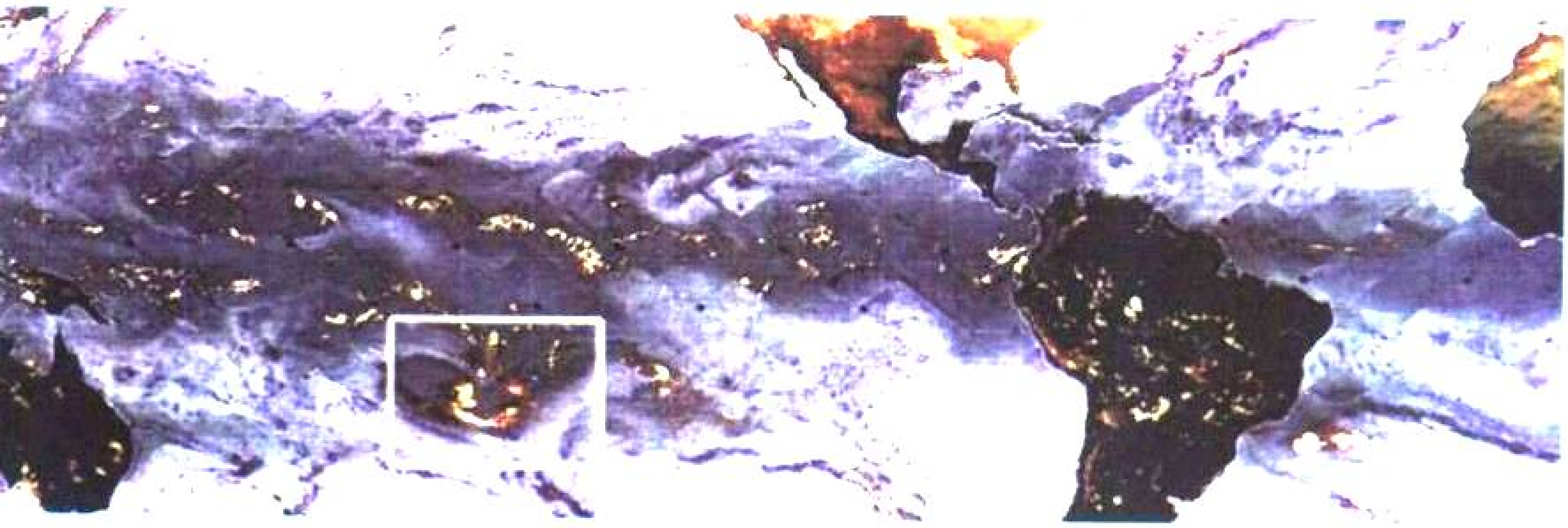
预测大风暴

安捷鲁飓风(Hurricane Andrew)，这场历史上最强劲的飓风于1992年袭击了佛罗里达州，席卷了从南佛罗里达到路易斯安那的大片地区。马歇尔·谢泼德当时正在念大学，“我的大学研究论文的内容就是运用雷达技术来追踪飓风轨迹。我对安捷鲁飓风做了一些研究，”他说道，“这使我对热带天气产生了兴趣。”

在研究生阶段，马歇尔·谢泼德研究了大雷暴的形成及移动轨迹，特别是位于佛罗里达州中部的雷暴。佛罗里达州狭长的地形是此处多风暴的原因之一。“如果陆地比海洋升温快，就形成了我们所谓的海风循环。”马歇尔·谢泼德解释，“在典型的夏日里，佛罗里达州的东、西海岸分别形成一股海风，这两股海风都向中部移动。当它们相遇时，就发展成强烈的雷暴。”

设计新仪器

目前，马歇尔·谢泼德在美国宇航局工作，他所从事的项目在美国宇航局的天体研究小组中起着重要的作用。



这幅图由热带雨量检测站拍摄，白框部分表示一个气旋。

探索全球的环境变化是一项长期的工作，目前人们利用来自于人造卫星、飞机和地面接收器的信息进行分析。

在处理由热带雨量检测站传送的数据方面，马歇尔·谢泼德的那些关于雷暴的知识显得特别有用。热带雨量检测站能测量热带和亚热带的降水量，而热带地区的水循环影响着全球的天气。

马歇尔·谢泼德的工作包括观测和计算。和他在小学六年级时所做的一样，马歇尔·谢泼德设计并自己制造仪器，当然现在他所使用的装置是全世界最先进的。他不再像小时候那样，把仪器扛到邻近地区直接测量天气要素，取而代之的是他的特长——“遥感”，也就是对天气状况(降水量、水汽含量等)进行远距离观测。

在取得数据后，马歇尔·谢泼德利用计算机进行数据分析。他和其他工作人员已经编写了一个可以通过数据分析来预测强暴雨态势演变的程序。因此，当肯尼迪航天中心的工作人员要确定能否发射火箭时，他们就得依赖类似于马歇尔·谢泼德的这个程序计算而得出的天气预测。

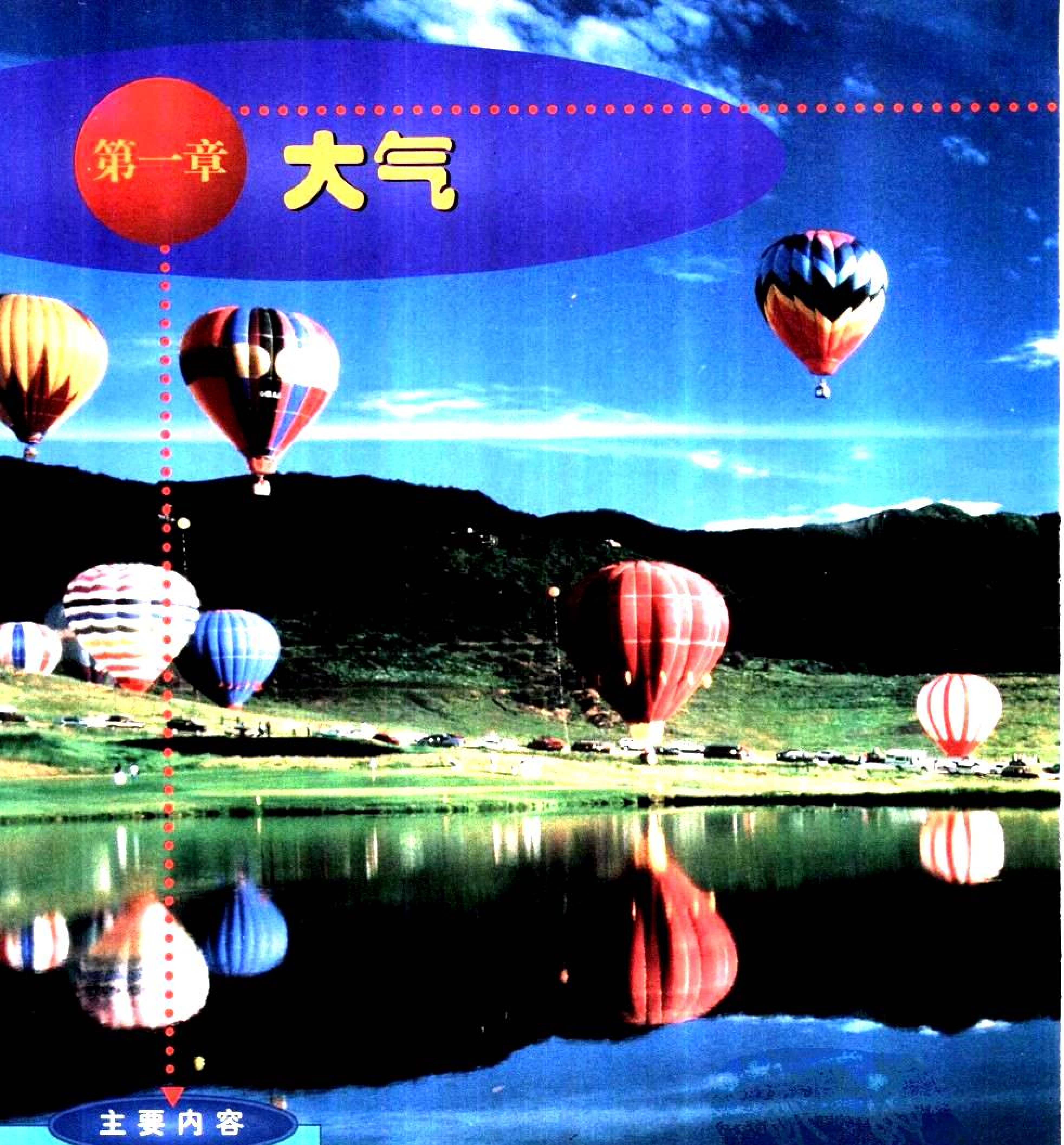
展望未来

马歇尔·谢泼德的个人目标不仅仅局限于航天中心。“随着国际空间站的建立，科学家将有机会到太空上做研究。我的目标是在空间站上研究地球的气象，我会使用一些我们当前正在研制的仪器。”另外，他还提到重返地球家园后另一个重要目标是“鼓励学生接触科学、面对科学。”

阅读 DIY

马歇尔·谢泼德把他的成功归功于制定明确的目标。他说：“我总是写下我的目标，并不断调整。”请想一想，你在接下来的一年中最想完成什么事？拟订一个具体的完成步骤，以及实现这个目标的预定日期。这些步骤将如何帮助你离目标越来越近？

第一章 大气



主要内容

SECTION 1 身边的空气

探索 蜡烛能燃烧多久

试一试 呼吸中的二氧化碳

空气的洁净度知多少

SECTION 2 与环境科学的综合 空气质量

玻璃瓶里有什么

预测

SECTION 3 气压

空气有质量吗

苏打瓶气压计

制作气压计

课题 1

观察天气

空气凉爽洁净，最适合坐热气球去旅行。当你乘着热气球向上飞，清新的空气推动着你前进，它将带你到哪里去？热气球飞行员必须先了解天气状况，才能确定自己的行程。

在这一章中，你将学习时刻围绕着你的空气。在本章的学习过程中，你将运用你的智慧去收集有关天气的资料。即使没有科学仪器，你也能对天气做许多准确的观测。

课题目标 能够在不使用仪器的条件下观察天气，并且能根据今天的天气状况来推测明天的天气。

为了完成这个课题，你应该做到：

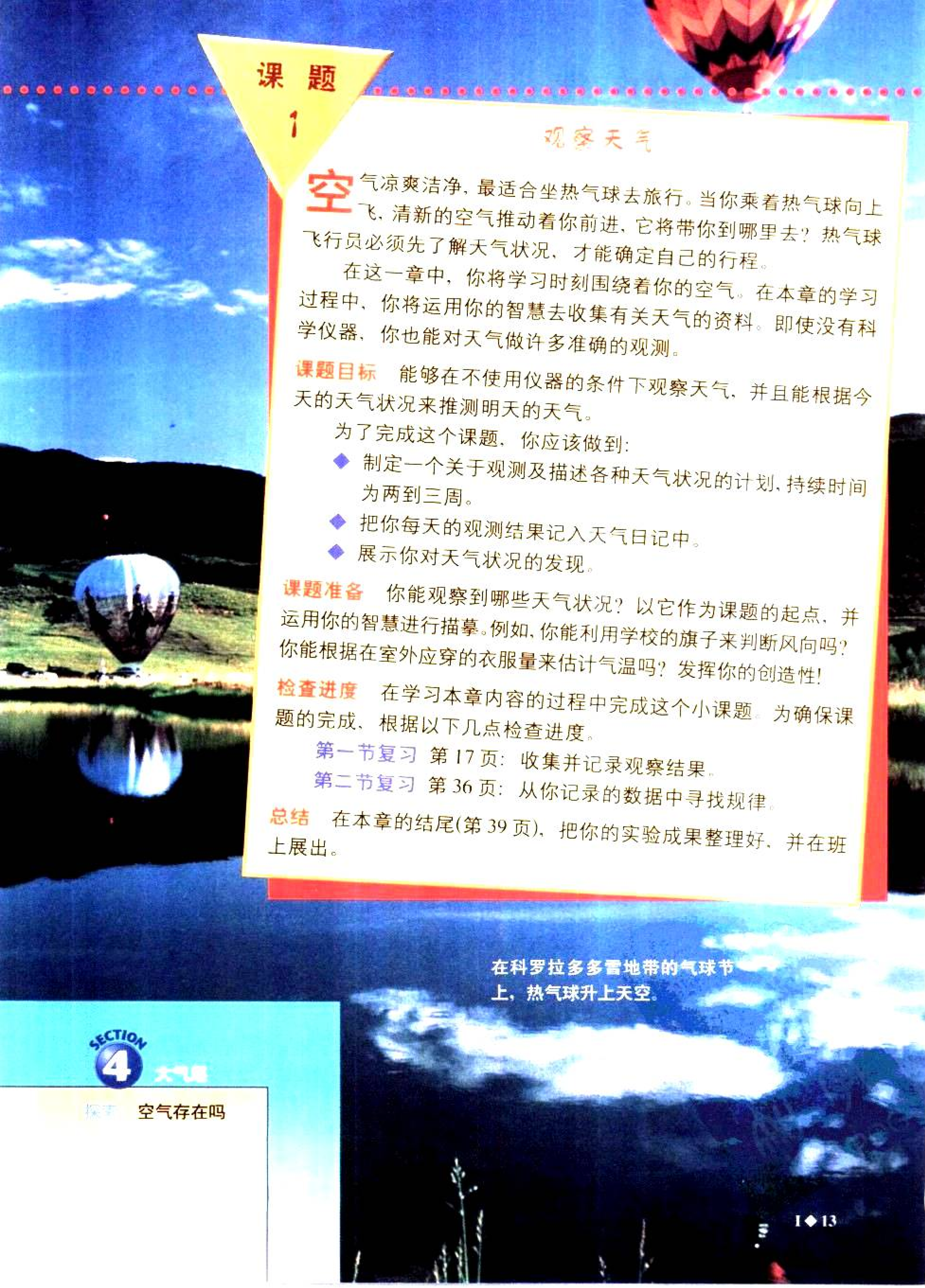
- 制定一个关于观测及描述各种天气状况的计划，持续时间为两到三周。
- 把你每天的观测结果记入天气日记中。
- 展示你对天气状况的发现。

课题准备 你能观察到哪些天气状况？以它作为课题的起点，并运用你的智慧进行描摹。例如，你能利用学校的旗子来判断风向吗？你能根据在室外应穿的衣服量来估计气温吗？发挥你的创造性！

检查进度 在学习本章内容的过程中完成这个小课题。为确保课题的完成，根据以下几点检查进度。

第一节复习 第 17 页：收集并记录观察结果。
第二节复习 第 36 页：从你记录的数据中寻找规律。

总结 在本章的结尾(第 39 页)，把你的实验成果整理好，并在班上展出。



在科罗拉多多雪地带的气球节上，热气球升上天空。

SECTION 4 大气层

探索 空气存在吗

1 身边的空气

探索 · 活动

蜡烛能燃烧多久

1. 戴上护目镜。
2. 在铝盘上粘一小片橡皮泥，将一小截蜡烛插进橡皮泥中，并小心点燃它。
3. 从底部拿住玻璃瓶，瓶口朝下慢慢地倒扣在蜡烛上，同时用秒表计时。
4. 仔细观察蜡烛。火焰持续了多久？
5. 戴上炉用手套，移开瓶罩。再次点燃蜡烛，并重复3，4两个步骤。



思考

推论 解释最后两个步骤中你观察到的每一个差异。

阅读指南

◆ 大气对于生物的重要性体现在哪里？

◆ 地球大气中有哪些气体？

阅读提示 开始阅读之前，先预览图1-2，然后在阅读过程中，用一句话来描述各种主要气体。

一天，在放学回家的路上，天气又闷又热。天空中乌云密布，远处闪过明亮的闪电。几秒钟后，你就会听到响雷，雨点接踵而至。当你飞奔到家时，大雨已经倾盆而下。千万别错过！在你家的挡雨板下仔细观察这场暴雨。

大气的重要性

你居住地区的天气是经常变化的，还是日复一日几乎一成不变的呢？**天气(weather)**是地球上的大气在特定时间、特定地点的一种特定状态。那么，什么是大气呢？**大气(atmosphere)**就是围绕着地球表面的那一层气体。为了更好地理解大气的相对尺度，我们不妨把地球想像成只

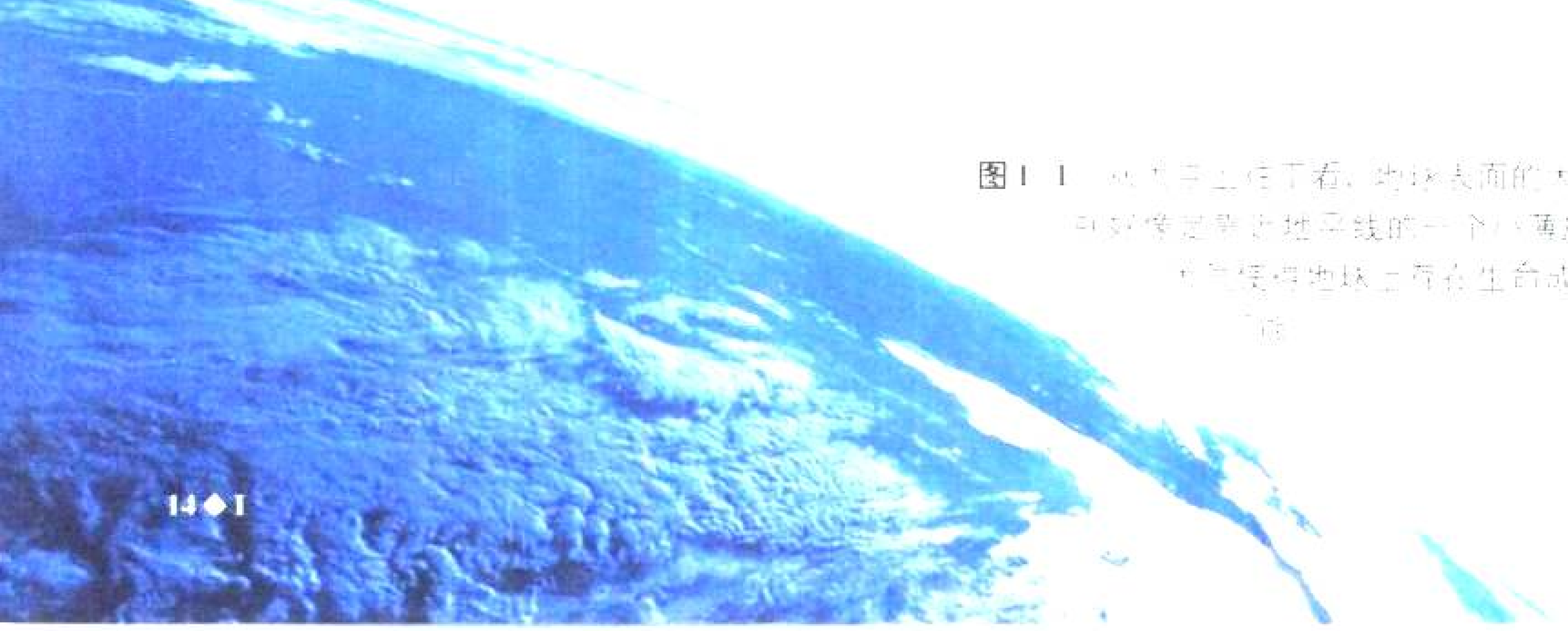


图1-1 从太空上往下看，地球表面的大气就好像是紧贴地平线的一个小薄层。大气使得地球上存在生命成为可能。

有一个苹果那么大。如果你向苹果哈气，苹果表面就会覆盖一层薄薄的水汽。地球的大气就好比苹果上的那一层水汽，它是覆盖在地球表面的一个小薄层。

大气为地球上生物的生存提供了条件。大气中包含氧气和其他一些生物生存所必需的气体。反过来，生物也反作用于大气。大气中各种气体在全球范围内不停地运动着，在生物体、陆地和水域中循环。

生物也需要热量和水分。凭借从太阳中吸收的热量，大气能使地球的大部分地区保持一个使水以液态形式存在的温度。另外，大气还保护生物免遭太阳的恶性辐射，并能阻挡大部分流星体和从外太空飞来的岩石对地球表面的袭击。

想一想 ***如果没有大气，地球会变成什么样子？***

大气的组成

大气由各种气体混合而成。**地球上的大气由氮气、氧气、二氧化碳、水汽和其他一些气体，以及液体小滴和固体杂质组成。**

氮气 正如你在图1-2中所看到的，氮气是大气中含量最多的气体，在我们所呼吸的空气中，它占的比重略多于$\frac{3}{4}$。每一个氮分子由两个氮原子组成。

语言艺术链接

“大气”的英语单词是atmosphere，它来自两个希腊词语：atmos，意思是“水汽”；sphaira，意思是“球”，或者“球体”。所以，大气是一种包围在地球表面的水汽或气体。

阅读DIY

在阅读这一章的过程中，写下那些以sphere结尾的英语单词，并在词典中查阅这些英语单词的来源。了解这些英语单词的来源能帮助你更好地理解这些名词的含义。

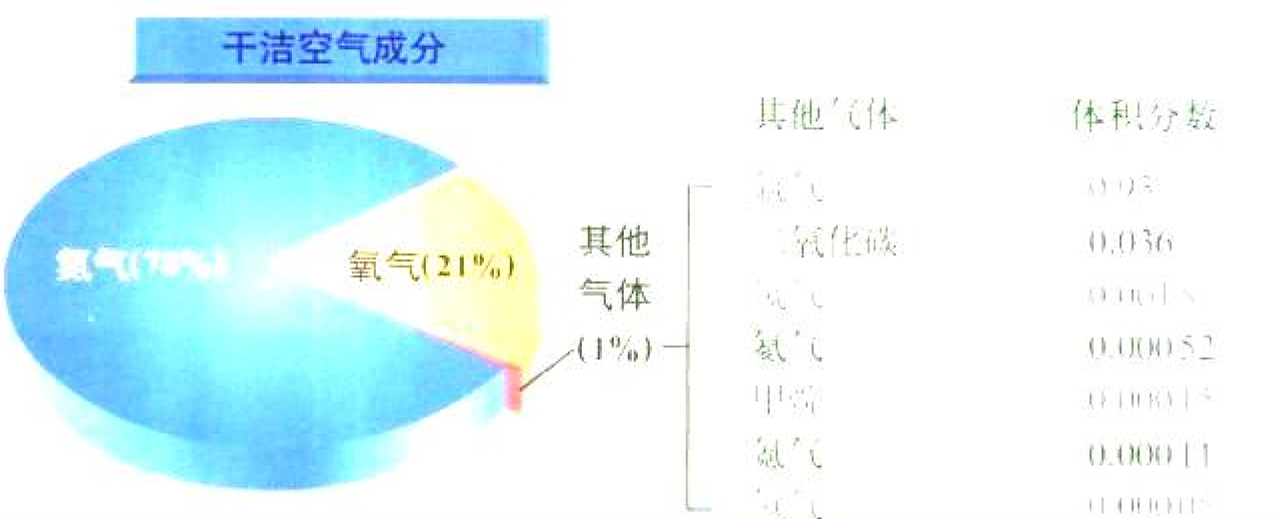


图1-2 干洁空气的组成基本相同。***数据解析*** *哪两种气体占空气的比重最大？*

试一试

呼吸中的二氧化碳

怎样才能看到你呼出的气体中的二氧化碳？

1. 戴上护目镜。
2. 在玻璃杯中装半杯石灰水。



3. 用吸管向石灰水中慢慢吹气，约1分钟。

   注意：不要吮吸吸管或者喝石灰水。

4. 石灰水发生了什么变化？

提出假设 将玻璃杯轻轻摇晃10分钟后再重复同样的实验，你认为会发生什么现象？根据实验结果，你对实验本身及二氧化碳有哪些结论？

与生命科学的综合 氮对于生物体来说是不可或缺的。蛋白质及生物体内其他一些复杂的化学物质中都含有氮。任何有机体都必须吸收氮才能健康生长。

大部分生物都不能直接从空气中吸收氮，有些植物根部含根瘤菌，这种菌能够直接把氮转化为有机质。植物从泥土中吸收氮，并制造成蛋白质。动物则必须进食植物或其他动物来摄取蛋白质。

氧气 大部分氧分子由两个氧原子组成。虽然氧是仅次于氮的第二大气体，但它在大气中的体积还不到$\frac{1}{4}$。动植物直接从空气中吸收氧气，并依赖它把贮存在食物体内的能量以可供使用的形式释放出来。

氧气还有其他一些重要用途。任何你能够想得到的燃料，从轿车上的汽油到生日蛋糕上的蜡烛，在燃烧过程中必须依靠氧气。没有氧气，火就熄灭了。燃烧需要大量氧气，但有时人们希望消耗氧的速度尽可能慢，比如汽车等物体上的铁慢慢转化为氧化铁(铁锈)。

雷阵雨过后，有时你会闻到一股刺鼻的气味，这是臭氧的气味。当闪电和空气中的氧原子作用，就形成了臭氧。**臭氧(ozone)**是分子内含有三个氧原子的氧气。

二氧化碳 二氧化碳分子由一个碳原子和两个氧原子组成。虽然大气中二氧化碳的含量很少，但它却是生命活动必不可少的。动物把二氧化碳当成废料排出体外，植物却必须用二氧化碳来生产“食物”。

诸如煤碳、汽油之类的燃料燃烧时会释放出二氧化碳，而二氧化碳量的增加将导致全球升温。温室效应、全球气候变暖等问题将在第四章中讨论。



图1-3 蜡烛燃烧需要氧气。

猜测 *如果这些蜡烛将氧气消耗完，会发生什么情况？*

其他气体 氧气和氮气的体积分数约占干洁空气的99%，二氧化碳和氩气又占了剩余1%的绝大部分，因此剩余的那些气体数量很少，被称为痕量气体。

水汽 以上所讨论的空气组成比例都是针对干洁空气而言的。在现实生活中，由于水汽的存在，空气并不干燥。**水汽(water vapor)**是水的一种气态形式，与由小水滴汇聚而成的水蒸气不同，水汽是肉眼看不见的。每个水分子含有两个氢原子和一个氧原子。

空气中的水汽含量随着时间和地点的不同而变化。沙漠或者冰块集结的极地上空几乎不存在水汽，而在热带雨林地区，水汽在空气中的比例能占到5%。

水汽在全球天气中扮演着重要的角色。当空气中的水汽凝结成小液滴或呈水晶状固态冰时，就形成了云。如果这些小颗粒变得足够大，就形成雨或雪。



图1-4 这片茂密的植被生长在哥斯达黎加的热带雨林中。在热带雨林地区，水汽的含量可以高达5%。

固体杂质 纯净的空气中只包含气体，但这只存在于实验室。在现实世界中，空气中还含有少量粉尘、烟雾、晶体盐和其他一些固态或液态的化学物质小颗粒。我们有时能用肉眼看到这些固体杂质，但大多数时候是看不见的，因为它们太小了。

第一节复习

1. 描述大气对生物重要性的两个方面。
2. 干洁空气中主要有哪四种气体？
3. 为什么大气中气体的含量总是用它在干洁空气中的体积分数来表示？
4. **理性思维 应用概念** 如果没有植物，空气中二氧化碳的含量会如何变化？如果没有动物呢？

检查进度

你已经决定从何时、何地、怎样开始你的观测了吗？请准备一个笔记本，并想出能够比较每日天气状况异同的方法。请在没有天气观测仪和气象预报的情况下进行观测。

提示： 你可以通过估算天空中云的覆盖率等方式来进行。

基于安全性考虑，请不要身在暴风雨中观测。

空气的洁净度知多少

有时候你可以实实在在地看见空气，为什么？空气在一般情况下都是透明的，所以其实我们看到的只是空气中的固体杂质。在这个实验中，你将用吸尘器来收集空气中的固体杂质。



问题

天气要素是如何影响空气中固体杂质的数量的？

重要技能

测量，数据解析

材料

咖啡过滤纸　橡胶带
低倍显微镜　温度计
带有吸管的吸尘器(每个班级1个)

实验步骤

1. 先预测哪些因素可能会影响你能收集到的固体杂质数量，不同的天气要素对你的实验结果有什么影响？
2. 在你的笔记本上绘制一个数据表，如下表。
3. 把咖啡过滤纸放在吸尘器的嘴尖上，并用橡胶带紧紧扎住，确保空气在进入吸尘器时必须先经过过滤纸。
4. 连续五天在相同地点提取空气样品若干。如果条件允许，选择户外地点，也可以在教室的窗外。

   注意：在潮湿的天气或者下雨天，请不要在户外使用吸尘器。如果是雨湿天气，等雨一停就立即开始采样。
5. 每次吸尘时，吸尘器的吸管嘴应保持在距离地面至少1米的高度处。吸尘时间为30分钟。

数据表

日期、时间	温度	降水量	风向	风速	固体杂质数

6. 在吸尘的同时，观察天气状况，测量气温，估计降水量(如果你曾经观测过降水量这个天气要素)。如果有风，记下风向，并观察风力是强大、轻微还是平静。把你的观察结果记录下来。
7. 把咖啡过滤纸从吸尘器嘴尖上拿下来。在滤纸上标注地点、时间和日期，并在套在吸尘器嘴尖的部分画一个圆圈。
8. 把咖啡滤纸放在40倍的显微镜镜台上，画有圆圈的部分应位于显微镜的镜头正下方。不要移动滤纸，数出所有你能看到的固体杂质，把数据记录在数据表里。
9. 每个晴天重复3～8步骤。

分析与结论

1. 一周内是否有一天收集的固体杂质特别多？
2. 在一周的观测中，哪些因素的改变会导致收集到的固体杂质数的改变？
3. 天气状况对你每天的实验结果有影响吗？如果有，你认为哪些天气要素的影响最重要？
4. 给收集到的固体杂质的可能来源列个清单。这些固体杂质是来自于自然，还是来自于人类的生产活动？
5. 怎样改进实验以便从空气中收集到更多的固体杂质？
6. **应用** 确定学校内或学校附近空气中含灰尘和其他微粒数量最多的区域。人们可以采取哪些措施来保护自己？

实验设计

你认为时间会影响收集到的固体杂质数吗？请提出一种设想和实验方案来验证。可以和其他同学合作，取得不同时间段的数据。在实施你的实验方案前，请先征得老师的同意。



SECTION 2

空气质量

探索 活动



玻璃瓶里有什么

1. 戴上护目镜。
2. 在铝盘上放一小片橡皮泥，把蜡烛插入橡皮泥中，并点燃。
3. 戴上炉用手套，握住玻璃瓶底部，使瓶底恰好处在火焰上方。

思考

观察 玻璃瓶里有什么？它是从哪里来的？

阅读指南

- 空气的主要污染源是什么？
- 光化学烟雾和酸雨是如何形成的？

阅读提示 在阅读过程中，寻找证据来支持以下观点：大部分的空气污染是人类活动造成的。有哪些人类活动会污染空气？

100年以前，英国伦敦又黑又脏。工厂以煤为燃料，大部分家庭用煤来取暖，因此空气中充满烟灰。1905年，由烟和雾两个词汇组成的词语——烟雾被用来形容这种大气污染。如今伦敦居民的用煤量已大大减少，所以伦敦目前的空气比100年前要洁净得多。

空气污染

当你在阅读这篇文章时，你正不经意地呼吸着。呼吸吸入的空气进入你的肺部，供给人体所必需的氧气。但与此同时，你也可能吸入了少量固体杂质，甚至有害气体。这些固体杂质和有害气体将对人体造成伤害。

如果你居住在大城市里，你可能已经知道何为大气污染，也已经注意到空气中有时弥漫着灰色烟雾或难闻的味道。即使是远离城市的郊区，空气也可能已被污染。空气、水、泥土中的有害物质都是**污染物（pollutant）**。图1-5显示了空气污染对人类健康的影响。



图1-5 大气污染能导致多种疾病。有些污染是自然造成的，但大部分是人为的。

图解 *身体的哪个部位最容易受空气污染的侵害？*



图1-6 这些是被放大了的豚草花花粉细粒，对花粉过敏的人碰到这些花粉就会打喷嚏

有些大气污染是自然造成的，但大部分是人类活动引起的。**空气污染主要是由煤、石油、汽油和柴油等可燃性燃料燃烧的结果**。几乎有一半的大气污染来源于汽车及其他机动车，略大于$\frac{1}{4}$的污染来自以煤和石油为燃料的工厂和发电厂。矿物燃料的燃烧会产生一系列空气污染物，如能形成烟雾和酸雨的固体杂质和气体。

想一想 *我们日常能看到的空气污染源是哪两种？*

固体杂质

我们知道，空气中含有固体杂质和气体。当人们吸入含有固体杂质的空气，将对人体造成危害。空气中的固体杂质不仅来自自然，也来自人类的活动。

自然污染源 自然界的许多活动会将固体杂质带入大气。当海浪飞溅，敲打岩石时，海水溅入空中并蒸发，细小的食盐颗粒便留在大气中；风吹动泥土小颗粒和花粉四处传播。此外，森林火灾、泥石流、沙尘暴等导致大气中包含更多的固体杂质。如火山爆发时，大量的粉尘和烟灰伴随着其他有毒气体喷发出来而进入大气中。

与健康科学的综合 即使感觉相当干净的空气中也含有大量的灰尘和花粉。如图1-6，风不仅把花粉传递给其他植物，也传递给了人类。有一种通常叫做“枯草热”的过敏症就是由豚草类植物花粉引起的。枯草热患者的症状有打喷嚏、流鼻涕、眼睛发红、发痒和头痛。天气预报中常会预报“花粉指数”，它是指每立方米大气中花粉的平均含量。

人类活动 当人类燃烧木材、煤碳等燃料时，含有大量微小碳颗粒的黑色烟尘进入空气。农业种植和建筑同样也向空气中排放大量的粉尘。

图1-7 这些印度尼西亚坤甸的居民正在领取粉尘罩，它可以保护人们免受大面积火灾烟雾的侵袭。

推论 *烟雾对那里的居民有什么影响？*



增进技能

预测

活动

空气中的污染量是一成不变的，还是不时地发生变化？你认为一天中哪个时间段是空气主要污染源——轿车、卡车、工厂、发电厂的污染排放量最多的时候？也就是说，你认为一天中，早晨的空气污染严重，还是晚上的污染严重？是星期一严重还是星期五严重？你推测的依据是什么？

烟雾

伦敦型烟雾是煤灰中的颗粒和湿空气中的液滴结合形成的。幸运的是，这种烟雾在美国已经不再普遍。目前，在阳光城市，如洛杉矶，经常出现另外一种烟雾，通常在城市中形成的棕色烟雾，叫做**光化学烟雾(photochemical smog)**。光化学烟雾是太阳光与化学物质作用的结果。

与化学的综合 光化学烟雾的形成是一个很复杂的过程。矿物燃料是由碳、氢两种元素组成的碳氢化合物，当矿物燃料燃烧时，一些碳氢化合物不完全燃烧就进入大气中。与此同时，由燃烧而产生的高温使得空气中的部分氮气和氧气相互作用生成氮的氧化物。随后，**在太阳光的参与下，氮氧化合物、碳氢化合物和其他空气污染物相互作用，生成一种臭氧和其他物质的混合物，这种混合物就是光化学烟雾**。其中的臭氧能使人的呼吸道受到感染，并且危害植物，加速橡胶、涂料、塑料老化等。

想一想 ***自然条件与人类活动如何共同作用形成光化学烟雾？***

酸雨

空气污染的另一种后果是酸雨。富硫矿物的燃烧，产生了由硫和氧合成的被称为硫氧化物的物质。**硫氧化物、氮氧化物和空气中的水作用生成硝酸和硫酸**。雨、雨夹雪、雪、雾，

图1-8 这位科学家正在观察受酸雨污染的树木。酸雨是大气受污染的后果之一。



甚至干的固体杂质都能把空气中的硝酸和硫酸带到树、湖泊和房屋上。天然雨自身带有一点酸性，而比正常雨更“酸”的雨叫做**酸雨(acid rain)**。有的酸雨的酸性甚至强到能够腐蚀建筑物和雕塑的表面。

如图1-8所示，松树、云杉之类的针叶林对酸雨特别敏感，酸雨能使针叶变黄甚至脱落。酸雨也使湖泊和池塘的水变得如此之“酸”，以致于植物、两栖动物、鱼和昆虫都无法生存。

提高空气质量

在美国，国家政府以及各州政府都已经通过很多法规来限制环境污染。例如，汽车内必须安装污染控制装置，工厂和发电厂的烟囱必须安置空气过滤器，即洗涤器，使污染物在排入大气前已被吸收。

在过去的30年里，由于主要空气污染源有所减少，如新型汽车和新建的发电厂都比以前排放更少的污染物，因此美国的空气质量已有较大改善。

然而，与以前相比，现在公路上行驶着更多的汽车，也建造了更多的燃烧矿物燃料的发电厂，因此许多城市仍在遭受污染。许多人认为有必要出台更严厉的法规来控制污染，而另外一些人则辩驳说，控制污染的费用太高，严厉的法规将导致收益可能还不及如此高的成本投入。

第二节复习

1. 大部分空气污染是如何产生的？
2. 各说出两种自然的和人为的污染物来源。
3. 光化学烟雾是怎样形成的？它会产生哪些危害？
4. 哪些物质结合形成酸雨？
5. **理性思维 推论** 你认为光化学烟雾出现的频率是冬天高，还是夏天高？为什么？

身边的科学

要想看见空气中的固体杂质是很容易的。把你的家人聚集在一个黑暗的房间里，将窗帘拉开一条缝隙或者打开手电筒。你能看到悬浮在空中的那些微粒吗？和你的家人一起探讨这些微粒的来源。哪些来自自然？哪些来自人类活动？

汽车和洁净的空气

新技术的引用和严格律法的制定给美国的许多城市带来了洁净的空气，但是有些地区的空气仍然在遭受污染，汽车和卡车仍然是城市近一半污染物的来源，并且每年都增添更多的汽车在公路上飞奔。



全世界大约有5亿辆汽车。越来越多的汽车意味着更多的污染和交通堵塞。不幸的是，交通堵塞中的车辆所产生的污染量是在道路上奔驰的车辆的3倍。人们将采取哪些措施来减少汽车产生的空气污染呢？

争论的焦点

汽车可以被改造成轻污染型吗 在过去的20年里，汽车已经变得越来越节油，越来越环保。目前，工程师正想尽一切方法，使汽车变得更节油，更环保，而科学技术又提供了其他思路。

部分汽车可以用其他燃料来代替汽油。例如，天然气可以作为卡车和轿车的动力。燃烧天然气比燃烧汽油产生的污染物相对较少。

电车本身不会产生空气污染物，但是用于蓄电池充电的电来自以煤和石油为燃料的发电厂，所以电车间接造成了空气污染。目前汽车制造商已经生产出一些型号的电车，但是它们价格昂贵，而且只能用于相当短途的旅行。

人们应该减少汽车使用量吗 许多轿车的行程还不到1.6 km——一个十分适合人们步行的距离。如果路程稍长，人们可以考虑骑自行车。许多轿车只乘载一个人，因此可以考虑几个人共搭一辆车，或者乘坐公共汽车和地铁。

高标准、高税收能解决问题吗 部分州政府已经为减少空气污染做了一些努力，如加利福尼亚州制定了严格的反污染法。这些律法的确立逐步减少了汽车污染，一些旧车将因为非法而停止使用。

另外一个办法是通过提升汽车的使用价格来减少汽车的使用量，这将意味着提高汽油税和在高峰期的道路使用费。

你的观点

1. 认识问题

用你自己的语言来解释为什么汽车的存在使空气质量很难提高。汽车会产生哪些污染物呢？

2. 分析问题

减少轿车污染的措施有哪些？这些措施应该由个人自觉遵守，还是必须依靠政府来强制执行？

3. 解决问题

如何鼓励人们减少汽车的污染排放量？从报纸或杂志上剪辑一篇形象的小文章，并写一段解说词来解释你的方案。

SECTION 3 气　压

探　索

活　动

空气有质量吗



1. 用天平称一个被放掉气的气球的质量。
2. 将气球吹鼓起来并将开口封住。你认为充气后的气球的质量会改变吗?
3. 称出充气后气球的质量。比较吹气前后气球的质量，你猜对了吗?

思考

结论 吹气前后气球的质量相等吗? 由此你能得出什么结论?

阅读指南

◆ 空气的特性有哪些?

◆ 哪些仪器可以用来测量气压?

◆ 海拔的上升对空气的压强和密度有什么影响?

阅读提示 在阅读过程中，用标题语概括气压。

吃烤花生米最有趣的一个步骤是开罐。对于一罐真空包装的花生米，由于罐内气体已被抽空，气压很低。在打开封口的一瞬间，你会听到“霍”的冲击声，这是外面的空气冲入罐内的声音，它是罐内外气压的差异引起的。

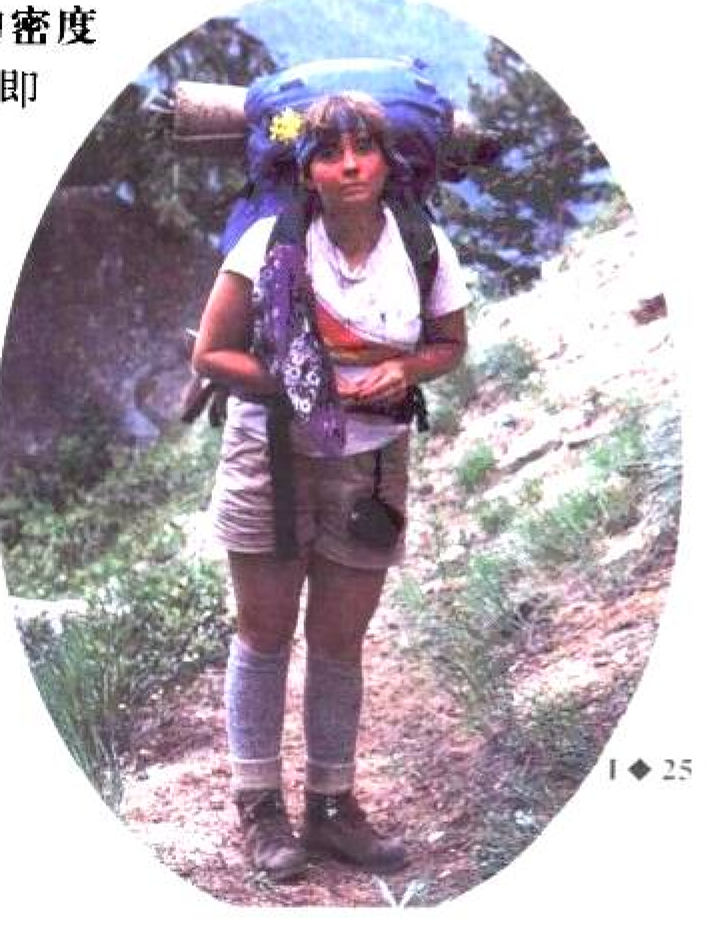
空气的特性

人们通常以为空气是没有质量的。事实上，空气由各种气体原子和分子组成，而原子和分子都有质量，所以空气一定也有质量。**由此，空气也具有其他特性，如密度和压强。**

密度　一定体积的空气的质量就是空气的**密度**(**density**)。你可以通过质量除以体积来计算密度，即

$$密度=\frac{质量}{体积}。$$

一定体积内的分子数越多，密度就越大；分子数越少，密度就越小。



压强　一定面积上受到的压力就是**压强**(**pressure**)。由于1单位体积内稠密物质的质量要比稀薄物质大，所以稠密气体的压强比稀薄气体大。

为了理解压强这个概念，不妨设想你背



着一个大背包，就像图中这位徒步旅行者，背包对你的背的压力将背包带勒进了你的肩膀。当你卸掉背包时，感觉就好像所有的压力都从肩膀上卸掉了。然而事实并非如此，如图1-9所示，作用在你身上的空气柱的重力依然存在。

气压(air pressure)是单位面积上受到的大气重力。你知道吗，作用在你书桌上的气柱的重力大约有一辆大型客车那么重！那么桌子为什么没有被压跨呢？因为空气分子是向桌子的各个方向作用的——上面、下面、左边和右边。所以，作用在桌子上向下的力和作用在桌子下向上的力达到了平衡。

图1-9 在你身上始终有一股气柱存在。空气的重力产生气压。

测量气压

也许你曾经听到气象预报说气压正在升高和降低。气压的下降经常预示着暴风雨即将来临，气压的上升则意味着天气将要放晴。**气压计(barometer)**是用来测量气压变化的一种仪器。**气压计有两种：水银气压计和空盒气压计。**

水银气压计 最先发明的气压计是水银气压计，如图1-10是它的工作原理。**水银气压计(mercury barometer)**由一个底部开口并装有部分水银的玻璃管组成。管内水银的上部空间几乎是真空的，其开口端放置在装有

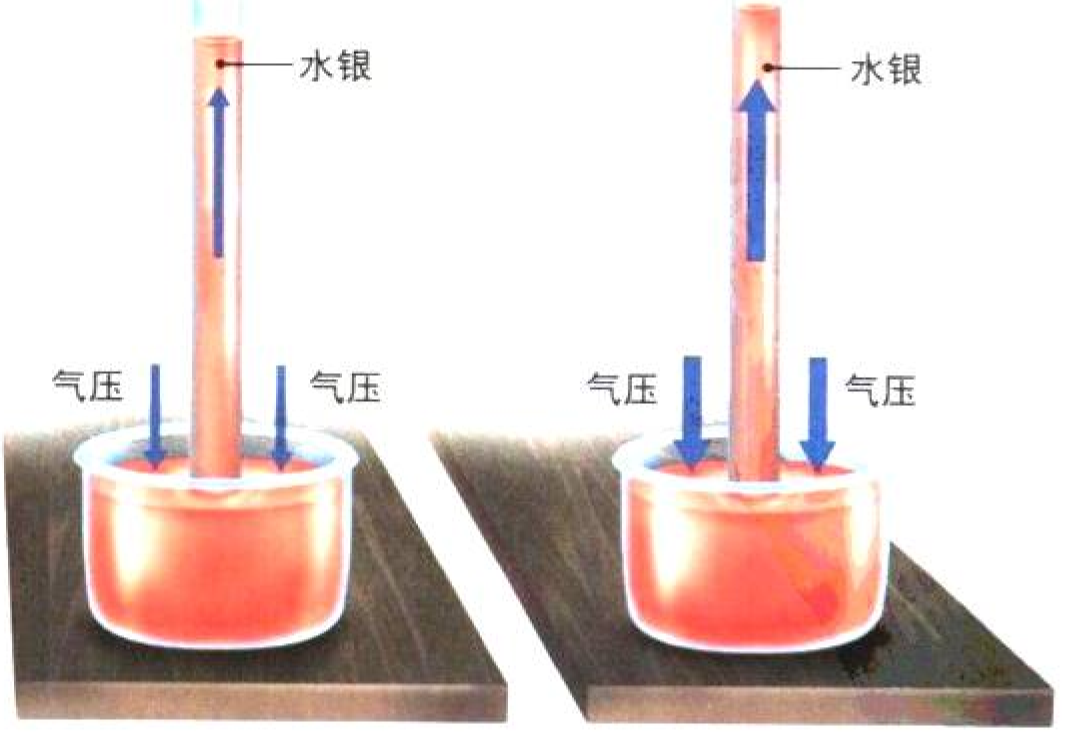


图1-10 气压压迫容器内水银的表面，使玻璃管中的水银柱上升。

预测 *当气压加大时，会发生什么现象？*

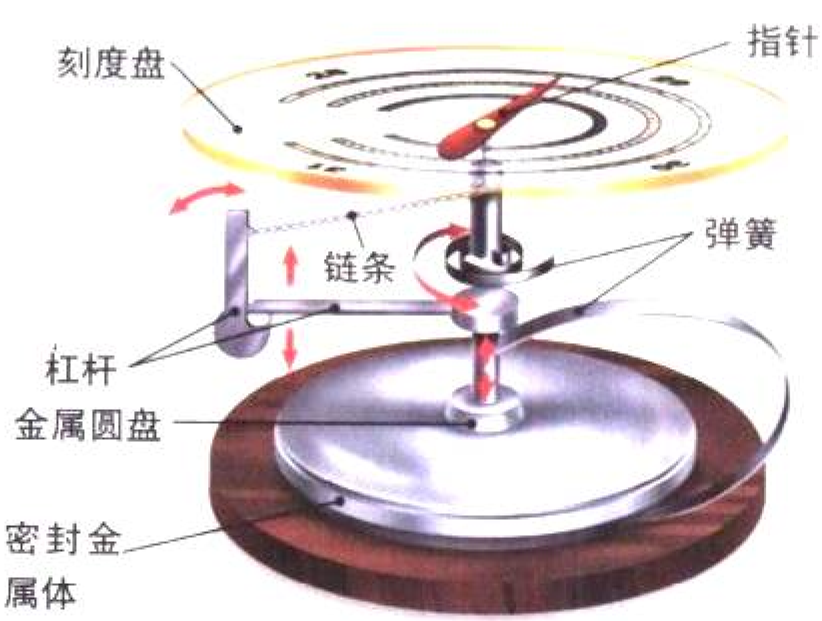




图 1-11 气压的变化使密封金属体薄壁凹进或凸出。刻度盘上的指针显示气压的大小。

水银的容器中。作用于容器内水银表面的气压与玻璃管中水银柱所受的重力相等。在海平面，水银柱的高度一般是 76 cm。

当气压增加时，作用于水银表面的压力就增大，因此，空气压力越大，水银柱升得越高。当气压下降时，水银柱下降。

空盒气压计 安放在墙上的气压计很可能是**空盒气压计 (aneroid barometer)**，单词aneroid表示“没有液体”。空盒气压计中有一个密封的金属体，如图1-11所示，这块金属体对气压的变化十分敏感。当气压增加时，金属体的薄壁就向里凹，反之向外突。金属体和一个装有一系列弹簧和杠杆的刻度盘相连，随着金属体形状的改变，刻度盘上的指针就跟着转动。

由于空盒气压计的体积较小，携带方便，所以它更实用，如可用在飞机的装置板上。

气压的单位 天气预报中采用多种不同的单位来计量气压，标准计量单位是帕。比如：如果水银气压计上水银柱的高度为 76 厘米，那么气压就是 1.01×10^5 帕。

美国气象服务中心的气象图用毫巴来计量气压。1百帕相当于1毫巴，因此，1.01×10^5 帕就相当于1 010毫巴。

☑ ***想一想　说出两种常用的气压计量单位。***

试一试

苏打瓶气压计　活动

以下是制作一个气压变化显示装置的具体步骤：

1. 在一个容量是 2 L 的苏打瓶里装一半水。
2. 把一根长吸管插入瓶中，使吸管的底部浸没在水中。用橡皮泥围紧吸管，封住瓶口。
3. 挤压瓶子。吸管内水的高度发生变化吗？
4. 让瓶身恢复原状，观察吸管内水的高度变化。

推理 依据气压知识解释这个现象。

海拔的升高

位于平均海拔6 000多米的昆仑山脉山顶的气压还不到海平面气压的一半。**海拔(altitude)**高度是指物体顶部到海平面的距离。**气压随着海拔的升高而降低，空气密度随着气压的降低而减小。**

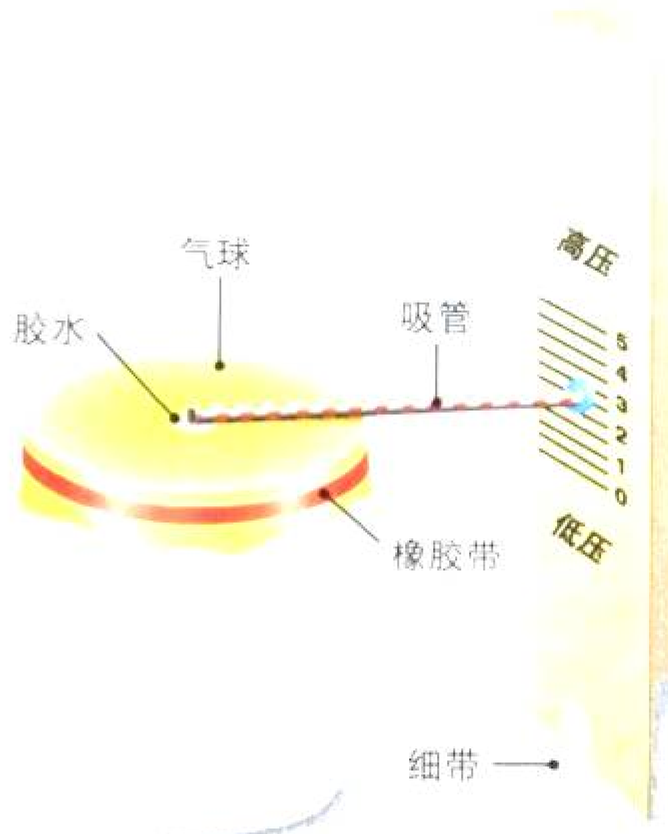
海拔影响气压 如果10本书叠成一摞，你认为哪一本书承受更大的压力呢？是上面第二本，还是最底下那一本？前者

技能实验室

测　量

制　作　气　压　计

气压随着天气因素的变化而变化。在这个实验中，你将制作你自己的气压计，并运用这个气压计来测量气压。



问题

气压计是如何测量气压变化的？

材料

橡皮泥	剪刀
白胶	细带
铅笔	广口玻璃瓶
米尺	橡胶带
大气球	吸管，12 ~ 15 cm 长
卡纸条，10 × 25 cm	

步骤

1. 剪掉气球的细口。
2. 把气球边缘向外折叠，仔细拉长并套在玻璃瓶瓶口上，用橡胶带绑紧。
3. 在气球的顶部中心点少许胶水，把吸管的一端粘在胶水上，另一端伸出玻璃瓶几厘米。这就是指针。

只需承受在它上面的那一本书的重力，而后者则要承受所有压在它上面的书的重力。

海平面就像最底层的那一本书，海平面的空气要承受所有作用在它上面的压力，所以它受到的压力最大。而接近大气顶部的空气则像这摞书中的上面第二本，它只需承受较少的压力，因此气压比较低。



数 据 表

日期和时间	气压	天气状况

4. 在等待胶水干燥的同时，把卡纸条纵向折叠，在卡纸条上每隔 0.5 cm 画一条线，并在顶部写上“高压”，底部写上“低压”。
5. 等胶水干了以后，在“指针”末端粘上豌豆大小的一块橡皮泥。把这个模型放在远离温度变化的地方，并按图中所示布置，使吸管的一端刚好碰到卡纸条。
6. 把你自制的标尺和气压计都固定在一个平面上，确保它们在实验过程中不移位。
7. 在笔记本上绘制一个类似左表的数据表。记下日期、时间、吸管的位置等。
8. 每天观察这个气压计两次。在数据表上记下你的观察结果。
9. 记录每一天的天气状况。

分析与结论

1. 哪种大气条件的改变必然引起吸管自由端的上升或下降？
2. 通过你的观察，哪种天气状况经常和高气压联系在一起，哪种天气状况和低气压联系在一起？
3. 如果气球上有小洞，那么对你自制的气压计的精度有何影响？
4. **想一想** 大幅度的温差变化对你自制的气压计的精度有影响吗？

进一步的探索

比较你自制的气压计得到的读数和当地报纸气象图提供的气压。两者的差距大吗？

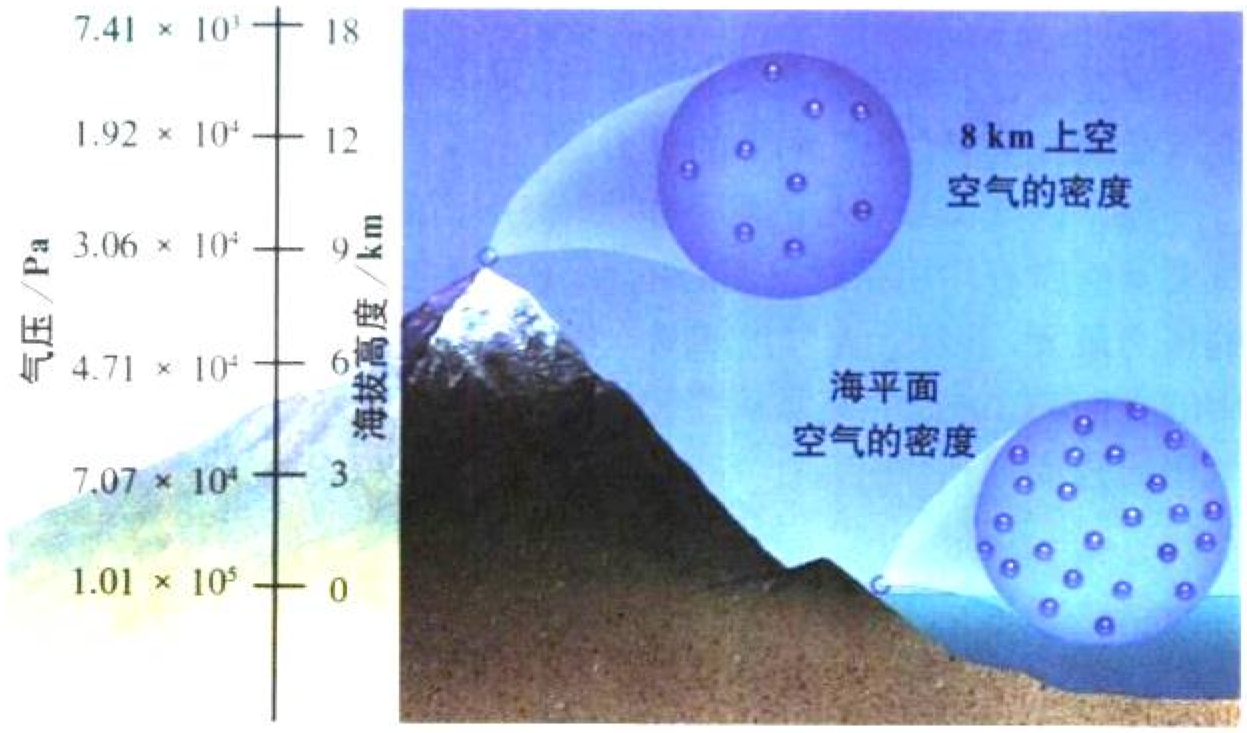


图1-12 大气密度随着海拔高度的增加而降低。同样是 1 m³ 空气，位于海平面空气的分子数比在山顶的分子数多。

海拔高度影响大气密度 如果你正站在昆仑山上，想跑上几步，那么你很快就会感到气喘吁吁。为什么在海拔高的地方，呼吸会变得困难呢？

与生命科学的综合

当你穿过大气层，越往上，气压越低，空气密度也减小。也就是说，大气密度随着海拔高度的增加而减小，如图 1-12 所示。

无论是在海平面还是在距地 6000 米的上空，氧气都占空气体积的21%。然而，因为高海拔地区的大气密度相对较小，所以每立方米空气中的氧气数较少，人体吸入的氧气量也相对较少。这就是你感到呼吸困难的原因。

第三节复习

1. 大气密度的增加与气压有什么关系？
2. 描述水银气压计的工作原理。
3. 为什么在山顶感到呼吸困难？
4. **理性思维 预测** 如果你拿着气压计下到矿井，气压计会发生什么变化？解释发生的现象。

身边的科学

下面是如何把空气具有压强这一事实展示给家人的具体做法：在一个玻璃杯里装满水，把一片厚卡纸放在瓶口上方，然后用手抵住卡纸并将瓶子倒过来。

注意： 必须保证纸片不能弯压。

移开手指，结果怎样？把纸片不掉下来的原因解释给你的家人听：因为作用于厚卡纸向上的空气压力比卡纸所承受的水的重力要大得多。

SECTION

4 大气层

探 索 活 动



空气存在吗

1. 用厚橡胶带把一个塑料袋紧紧扎在广口瓶的瓶口上。
2. 试着把塑料袋轻轻地推进广口瓶，结果怎样？塑料袋外面的压强大，还是里面的压强大？
3. 拿掉橡胶带，把塑料袋反面衬在广口瓶里，用橡胶带把露在外面的塑料袋边缘紧紧扎在广口瓶的瓶口上。
4. 试着用手指轻轻地将塑料袋拉出瓶子。结果怎样？塑料袋外面的压强大，还是里面的压强大？

思考

预测 用气压的知识解释你观察到的现象。你认为气压的改变对在大气中穿梭的气象气球有什么影响？

阅读指南

◆ 各大气层有哪些特性？

阅读提示 在开始阅读以前，先预习第33页的“探索大气层”。把你不熟悉的词语列出来，并在阅读过程中找出它们的含义。

设想坐在热气球上进行一次空中旅行，从海拔为零的温暖海滩起飞。

随着一声呼啸，热气球飞行员打开燃烧器的开关，气球开始上升，离地面越来越远。当气球上升至海拔3000米的高空时，你会感到空气开始变冷，并随着你继续往上升，空气越来越冷。到6000米的高空，你开始感觉呼吸困难，空气变得越来越稀薄。是返回地面的时候了。

如果你继续乘着热气球上升，将面临什么？随着你穿过大气进一步升高，气压和温度都急剧改变。**依据气温变化规律的不同，大气主要分为4层：对流层、平流层、中间层和热层。**



对流层

我们生活在地球大气的最里层，这一层大气叫做**对流层(troposphere)**,tropo-表示“变化、改变”。相比其他各层，对流层的天气状况是最变化多端的，对流层是天气现象的发生地。



图1-13 气象气球装载着一包用以测量高空天气状况的仪器。

应用概念 *在上升过程中，气球最先穿过哪一层大气层？*

虽然普通的热气球不可能升得很高，但是有些气球还可以继续上升。为了测量天气状况，科学家发送携带有多种仪器的气象气球，这些气球在地面是部分充气的。切记在大气中升得越高，气压就越低，让气球部分充气是为了当外界气压降低时使气球有一个膨胀空间。

对流层的高度从赤道上空的超过16 km到南北极上空的不到9 km的范围内变化。虽然对流层是大气中最薄的一层，但它几乎包含了整个大气层的全部质量。

在对流层中，温度随着海拔的增加而降低。一般地，每升高1 km，温度就大约下降6.5℃。在对流层的顶部，温度不再降低，大致保持在−60℃。在那里，液态水结成薄薄的羽状冰晶体。

☑ ***想一想　为什么对流层顶部的云不是由液滴组成，而是由冰晶体组成呢？***

平流层

平流层(stratosphere)从对流层顶部向上延伸到距离地表50 km的高空。strato−的意思是“平铺”。

平流层的底部很冷，约−60℃。你将很惊讶地发现平流层顶部的温度比底部高。为什么会这样呢？因为平流层的上部包含有一个臭氧层。臭氧吸收来自太阳的能量并把它转变为热量加热大气。

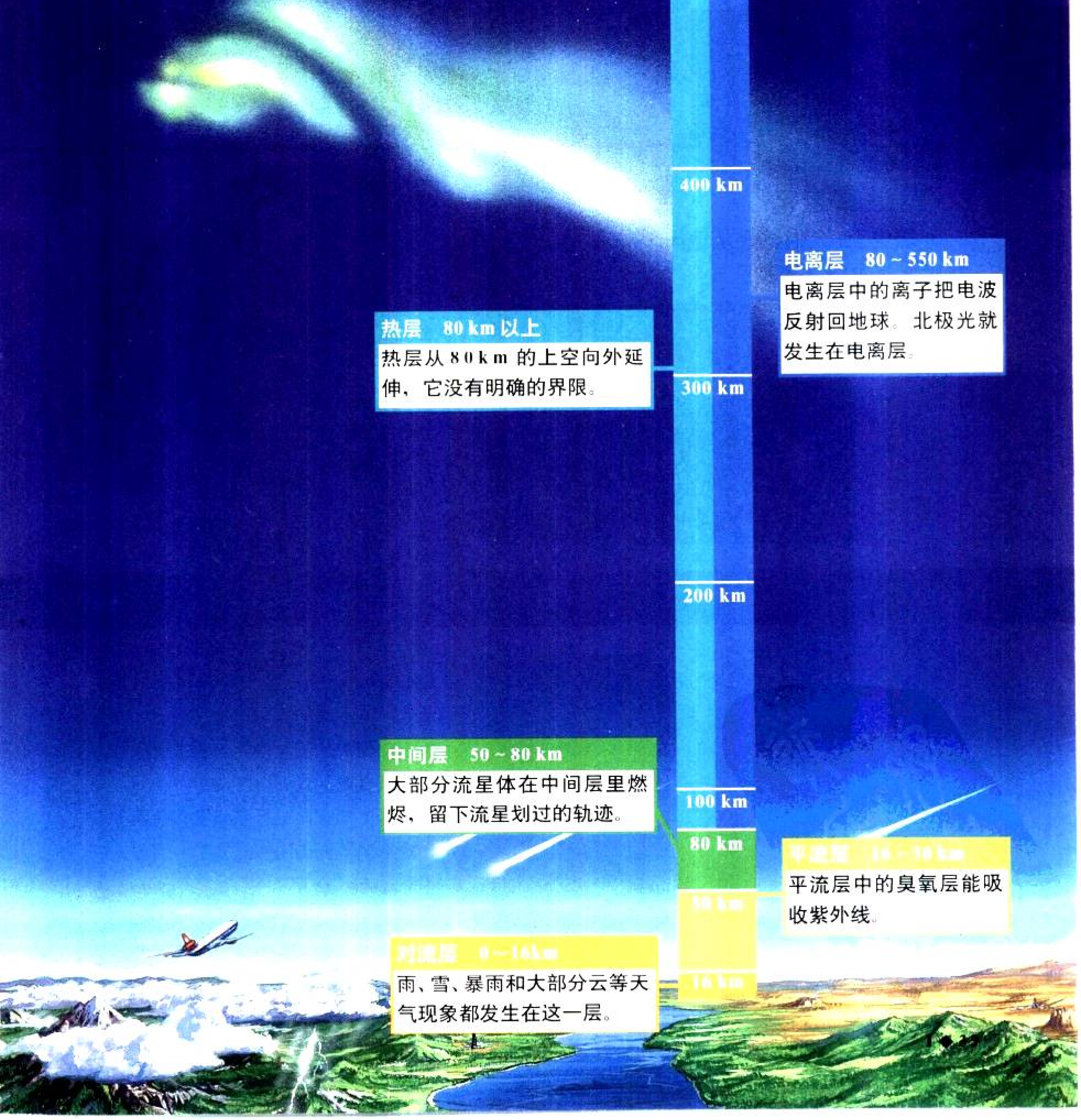
随着气象气球穿过平流层向上飞，外界的气压继续下降，气球继续膨胀，直到爆炸，气球上的仪器装置就落回地面。

中间层

在平流层的上方，温度的下降标志着另一个大气层的开始，这就是**中间层(mesosphere)**，meso−的意思是“中间”。中间层位于距离地球表面50～80 km的高空。中间层的外部是大气层中最冷的部分，其温度大约是−90℃。

探索大气层

大气一般分成4层：对流层、平流层、中间层和热层。热层可以进一步分为电离层和外逸层。



与太空科学的综合　如果你看到一颗流星(也叫曳光)划过夜空，其实你看到的是燃烧着的流星体闯入中间层放出灼热的气体留下的痕迹。中间层保护地球表面免遭大部分流星体，即来自太空的石块和金属块的侵袭。

想一想　中间层的高度范围有多大?

热层

大气顶部的空气非常稀薄。在距地表 80 km 的高

科学与历史

大气层的探索者

历史上，人们已经从地面、从高空对大气进行了探索。



1746 年

富兰克林的电击实验

美国政治家、发明家本杰明·富兰克林和他的朋友在费城做了一个大气中的电击实验。为了证明闪电是电的一种形式，富兰克林在雷暴下放风筝。遗憾的是，正如历史画面所显示的，富兰克林没能抓住风筝线。

1600　1700　1800

1643 年

托里切利发明气压计

意大利物理学家、数学家埃万杰利斯塔·托里切利在改进原有科学仪器的基础上，又发明了一些新仪器。1643 年，托里切利制作了具有 1.2 米水银柱高的气压计。



1804 年

盖伊－卢塞卡研究对流层上部

法国化学家约·盖伊－卢塞卡乘坐一个氢气球进入7 km的高空，并对对流层上部空间进行了研究。盖伊－卢塞卡研究的内容是气压、温度和湿度。

空，空气的密度大约只有海平面的0.001%。这就好像你带着海平面上1 m^3的空气，到中间层顶部被扩大为100 000 m^3。大气的最外层，即**热层（thermosphere）**从距地表大约80 km的上空向外延伸，没有明确的外部界限。在热层的外部边缘，大气也并不是突然消失了，而是气体分子、原子之间相隔越来越远，最终逐步融入太空。

热层这一英语单词中，thermo-的意思是“热”。虽然热层的大气非常稀薄，但它的温度却高达1 800℃，比炼铁炉中的温度还要高。因为来自于太阳的热量最先被热层所吸收，氮分子和氧分子把太阳能转化成了热能。

阅读DIY

假设你是第一个乘坐热气球在大气中飞行的人，你必须带上哪些物品？查资料找出早期探险者携带的物品，至少写两段有关携带品及携带理由的短文。

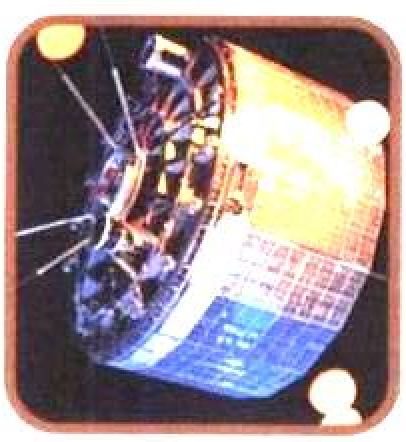


1931年

比斯卡探索平流层

瑞士籍意大利物理学家奥古·比斯卡是第一个进入平流层的人。他乘坐一个和巨型氢气球相连的密封船舱到达16 km的高空。照片是奥古·比斯卡和他的船舱。

1900　　**2000**



1960年

第一颗气象卫星发射

第一颗配置照相机并能向地球输送资料的气象卫星——泰罗斯-1，由美国发射进入地球轨道。气象卫星能在环绕地球飞行时，观察云层，并记录大气的温度和气压。

1994年

太空穿梭器调查大气

美国宇航局的亚特兰特斯号太空穿梭器进入距离地表300 km的热层。亚特兰特斯号太空穿梭器携带着阿特拉斯-3探索程序，用以观测太阳对大气的影响。



图 1-14 摄于阿拉斯加州费尔班克斯的极光，为夜空点缀了壮丽的画面。

虽然热层的温度很高，但我们在热层中却感觉不到一丝暖和，一枝普通温度计显示的温度将低于0℃。为什么呢？因为温度是大量物质分子平均动能的反映。热层中的气体分子运动得很快，所以温度非常高。然而在稀薄气体中，分子之间距离很远，因而没有足够的分子来碰撞温度计使之发热。

电离层 热层又分成两个气层，较低的一层叫做**电离层(ionosphere)**，在距离地面80～550 km的高空。来自太阳的能量使位于该层的气体分子发生电离，生成一种被称为离子的物质。在这一层中，电波撞击离子并被反射回地球。

美丽耀眼的**北极光(aurora borealis)**现象也发生在电离层。北极光是由来自太阳的小颗粒进入北极附近的电离层形成的。这些颗粒物碰撞电离层中的氮原子和氧原子从而灼烧发光。

外逸层 **外逸层(exosphere)**是热层中靠外的一

与技术科学的综合

层，从550 km的高空向外延伸几百千米。当你打长途电话或收看电视节目时，信号先传播到位于外逸层轨道上的卫星，再由卫星反射到你家中。卫星也被应用于全球的天气观测和携带望远镜透视宇宙空间。

第四节复习

1. 分别描述四个主要大气层的特性。
2. 什么是流星？它发生在哪个大气层中？
3. 什么是北极光？它发生在哪个大气层中？
4. **理性思维 结论** 为什么中间层是大气中最冷的一个气层？

课题

检查进度

回顾一下你的天气日记。根据哪些天气要素，你就可以通过今天的天气来预测明天的天气？这些天来，哪一天的天气因素改变得最多？继续你的观察日记，并开始总结观察结果。

SECTION 1 身边的空气

知识要点

- 大气为地球上生物的生存提供了条件。
- 地球上的大气由氮气、氧气、二氧化碳、水汽和其他一些气体、液体和固体小颗粒组成。

关键术语

天气　　臭氧　　大气　　水汽

SECTION 2 空气质量

与环境科学的综合

知识要点

- 大部分空气污染都来自如煤、石油、汽油、柴油等矿物燃料的燃烧。
- 在太阳光的参与下，氮氧化合物、碳氢化合物和其他空气污染物相互作用，生成一种臭氧和其他物质的混合物，这种混合物就叫做光化学烟雾。
- 硫的氧化物、氮氧化合物和空气中的水作用形成硝酸和硫酸，形成酸雨。

关键术语

污染物　　光化学烟雾　　酸雨



SECTION 3 气压

知识要点

- 空气的属性包括质量、密度和压强。
- 气压是单位面积上受到的大气重力。
- 气压可以用水银气压计和空盒气压计来测量。
- 气压随着海拔高度的升高而降低，空气密度随着气压的降低而减小。

关键术语

密度　气压计　海拔高度　压强
水银气压计　气压　空盒气压计

SECTION 4 大气层

知识要点

- 依据温度变化的不同，大气主要分为4层，它们是对流层、平流层、中间层和热层。
- 雨、雪、雷暴和大部分云等天气现象都发生在对流层。
- 平流层中的臭氧能从太阳中吸收能量。
- 大部分流星在中间层里被燃烬，留下流星划过的轨迹。
- 北极光发生在电离层中。
- 通信卫星在外逸层中绕着地球旋转。

关键术语

对流层　电离层　平流层　北极光
中间层　外逸层　热层

相关网站

www.science-explorer.phschool.com

第章复习

复习题

选择题

选择最佳答案。

1. 大气中含量最多的是______。
   a. 臭氧　b. 二氧化碳
   c. 氧气　d. 氮气
2. 大部分空气污染的主要原因是__。
   a. 灰尘和花粉
   b. 酸雨
   c. 火山喷发
   d. 矿物燃料的燃烧
3. 气压计用来测量______。
   a. 温度　b. 烟雾
   c. 气压　d. 密度
4. 大气分层的依据是______。
   a. 海拔高度　b. 温度
   c. 气压　d. 密度
5. 大气较里面一层，也叫"天气层"的气层是______。
   a. 中间层　b. 对流层
   c. 热层　d. 平流层

判断题

如果下列命题正确，写"T"；否则，写"F"，并修改划线部分。

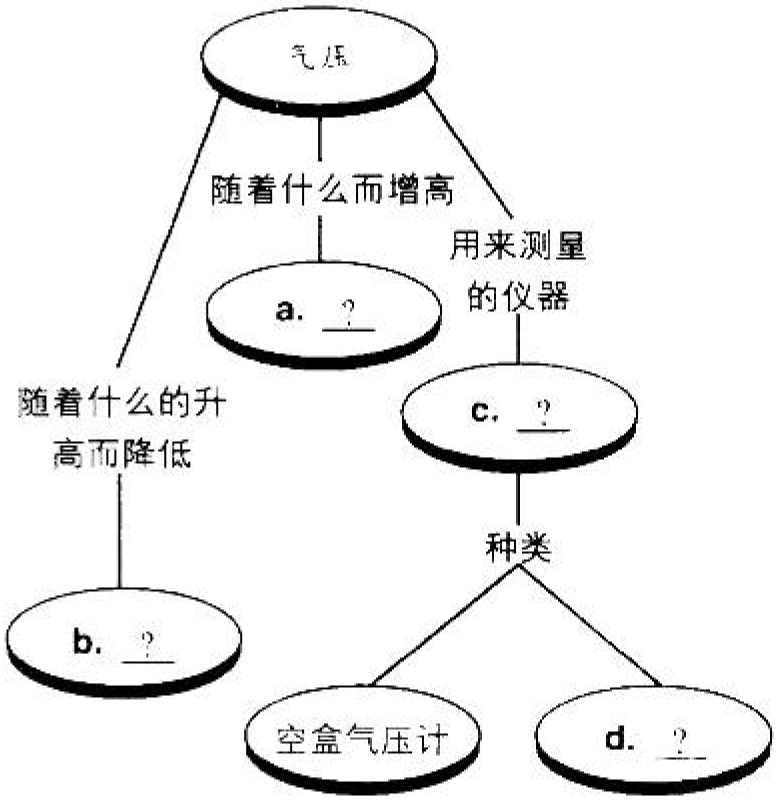
6. 植物需要从大气中吸收二氧化碳作为"食物"。
7. 燃料的燃烧会增加大气中氮的含量。
8. 当硫、氮的氧化物和水混合时，就产生烟雾。
9. 如果一定体积内气体的质量增加，密度就变小。
10. 随着你从位于海平面的地面向山顶爬升，气压将增高。

简述题

11. 说出两种增加空气中二氧化碳含量的方法。
12. 解释为什么不能把水汽的含量列在空气成分表中。
13. 说出光化学烟雾和伦敦型烟雾的区别。
14. 按从地球表面往上的顺序排列下列各个气层：热层、平流层、对流层、中间层。
15. 描述向上穿过对流层过程中，温度的变化情况。
16. **小习作** 假设你有机会参加一个大气研究小组，为了在本次研究小组中占一席之地，你必须写一封有说服力的信，说明你想研究的是哪一个大气层以及选择的理由。

形象思维

17. **完图填空** 把这张气压概念图复制在纸上，添上标题，并把它补充完整。



应用技能

下表显示了1月份的某一天，在美国内布拉斯加州奥马哈测得的不同海拔高度温度的变化情况。依据这个表格回答以下问题。

海拔(km)	0	1.6	3.2	4.8	6.4	7.2
温度(℃)	0	-4	-9	-21	-32	-40

18. 绘图 以温度为横轴，海拔为纵轴，用表中的数据绘制一个折线图。

19. 图解 距地面高度大约多少时，温度为−15℃？

20. 图解 在奥马哈城上空2.4 km的高空，温度大约为多少摄氏度？

21. 计算 假设这一天有一架飞机飞行在奥马哈城上空约6.8 km处。这个高度的温度大约是多少摄氏度？它比地面温度低多少摄氏度？

理性思维

22. 预测 描述你攀登一座4 km，甚至更高的山脉时所经历的大气变化。你的身体对这些变化有什么反映？

23. 应用概念 为什么空盒气压计既能用于测量气压，又能用于测量海拔高度？

24. 因果联系 发电厂富硫矿物的燃烧将如何危害几百千米远的森林？

25. 分类 空气中的污染物中，哪些是自然界的产物，哪些是人类活动造成的？

学习评估

总结

[illegible] 在班级的"成果展示会"上展示你的大气观测结果报告。你的报告要包含一些图片、折线图以及有关你观测大气的总结表格。先在小组中交流，做必要的修改。

[illegible] 在笔记本上记录你是如何改进你的大气日记的。你想进一步了解哪些大气形态？哪些大气要素还需利用仪器测得更精确些？

实践活动

[illegible] 和同学一起调查学校和社区内外的空气质量。收听天气预报或从报纸上了解花粉含量和其他污染物的污染程度。在征得老师的同意后，设计一个实验，用过滤器、灰尘罩或其他一些仪器来检测空气中的固体杂质。写一份实验报告总结你的实验结果，并辨明这些污染物的来源。

第二章 天气要素



主要内容

SECTION 1 大气的能量

探索 塑料袋能锁住热量吗

技能实验室 哪种材质吸热快

SECTION 2 与物理学的综合 热量传递

探索 当空气被加热时

测量不同高度的气温

SECTION 3 风

探索 风向哪里转

制作一个风向标

观测房子的避风面

课题 2

建立自己的气象站

一场充足的春雨正是花儿所必需的！随着天气变暖，花园也变得繁茂起来。温暖的阳光、轻柔的微风、充足的雨水——所有这些都是影响植物生长的天气要素。在本章中，你将学习各种各样的天气要素，包括气压、温度、风速和风向、相对湿度、降水、云的数量及种类等。

课题目标 运用仪器来测量并记录天气状况。根据记录的数据寻找可以用来预测第二天天气状况的规律。

为了完成课题，你必须做到：

- 制定一个测量天气要素的计划。
- 把测量数据记在日记表中。
- 用图表来描述所测量的数据。
- 尝试根据数据和图表来预测天气。
- 遵守附录A中的实验室安全守则。

课题准备 首先预习本章内容，并确定你准备测量哪个天气要素。和小组同学一起讨论你们可能会用到哪些仪器，为你每天所要做的观测想一个妙计。

检查进度 在学习本章内容的过程中完成这个课题。为了确保课题的完成，根据以下几点检查进度：

第二节复习，第51页：准备观测。
第三节复习，第60页：收集并记录数据。
第五节复习，第70页：将数据绘制成图表，并寻找规律。

总结 在本章的末尾(第73页)展示你的观测结果，并说明你所做的天气预测的准确程度。

春雨是郁金香成长开花的一个重要因素。



SECTION 1 大气的能量

探索　　活动

塑料袋能锁住热量吗

1. 记下两枝温度计的初始温度（你应该得到相同的读数）。
2. 把其中一枝温度计和一小片纸放在塑料袋中，小纸片遮住温度计的水银球。封住袋口。
3. 把另一枝温度计的水银球也用小纸片遮住，然后把两枝温度计都放在阳光充足的窗台上或点亮的灯泡旁。预测实验结果。
4. 5分钟后，记下两枝温度计上的读数。

思考

测量　这两枝温度计上的读数相等吗？怎样解释其中的差别？

阅读指南

◆ 太阳能是通过什么形式到达地面的？

◆ 太阳能到达地球时，会发生什么变化？

阅读提示　略过章节，先翻看那些你不熟悉的黑体字，然后在阅读过程中查找它们的定义。

在晴朗的夏日，当太阳刚升起时，空气还是凉嗖嗖的。随着太阳的不断升高，温度也随之上升。到正午时分，大气已变得非常炎热。正如你将在本章中所看到的，热量是天气的一个主要因素。大气的热运动引起温度变化、刮风、下雨等自然现象。

太阳能

与物理学的综合　地球大气的所有能量几乎全来自太阳，这种能量以电磁波的形式到达地球。**电磁波（electromagnetic wave）**是一种能在宇宙空间传播的能量形式，一般依据波长或频率来分类。能量通过电磁波的直接传递称为**辐射（radiation）**。

大部分太阳能都以可见光、红外线辐射和少量的紫外线辐射的形式到达地球表面。你可以在彩虹中看到红、橙、黄、绿、蓝、紫等颜色。可见光就是由这些颜色组成的，不



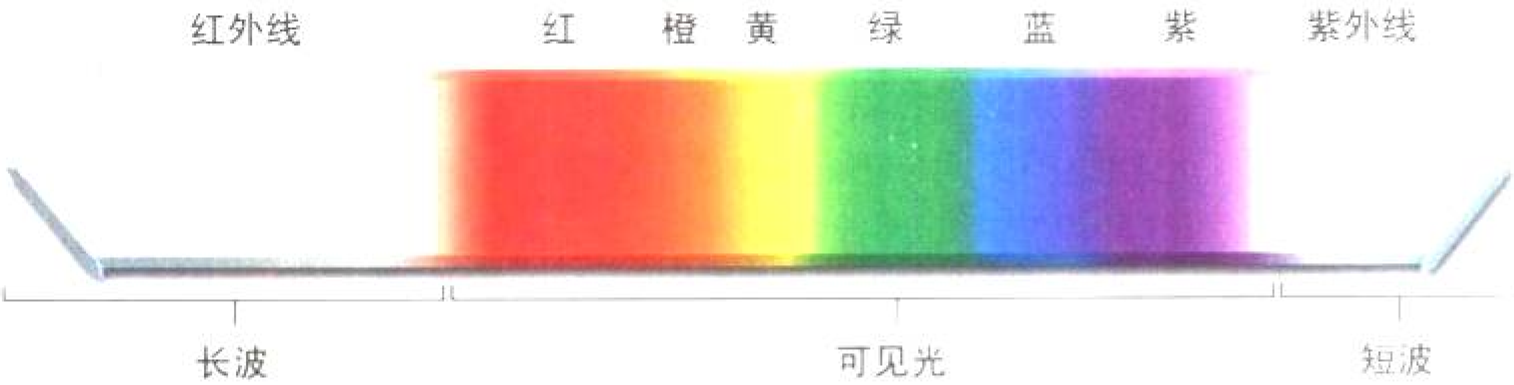


图2-1 电磁波包括红外线、可见光和紫外线。
图解 *哪种辐射的波长比可见光短？哪种辐射的波长比可见光长？*

同的颜色具有不同的波长，红光和橙光的波长最长，蓝光和紫光的波长最短。

红外线辐射(infrared radiation)的波长比红光长。红外线辐射虽然看不见，但能够以热量的形式被感知。餐馆中用以保持食物恒温的热灯会同时释放出可见的红光和不可见的红外线辐射。**紫外线辐射(ultraviolet radiation)**的波长比紫光短。紫外线辐射能导致晒斑、皮肤癌和损伤眼睛。

☑ ***想一想*** ***哪种颜色的可见光的波长最长？***

大气的能量

太阳光在到达地面以前必须先穿过大气，其线路如下页的“探索大气能量”所示。

部分太阳能被大气吸收。如水汽和二氧化碳吸收一部分红外线辐射，平流层中的臭氧吸收大部分的紫外线辐射，云、尘埃和其他气体也会吸收一些太阳能。

还有部分太阳光被反射，如大气中的云就像镜子一样把一些太阳光反射回太空。另外，大气中的灰尘颗粒和气体分子也会反射太阳光。



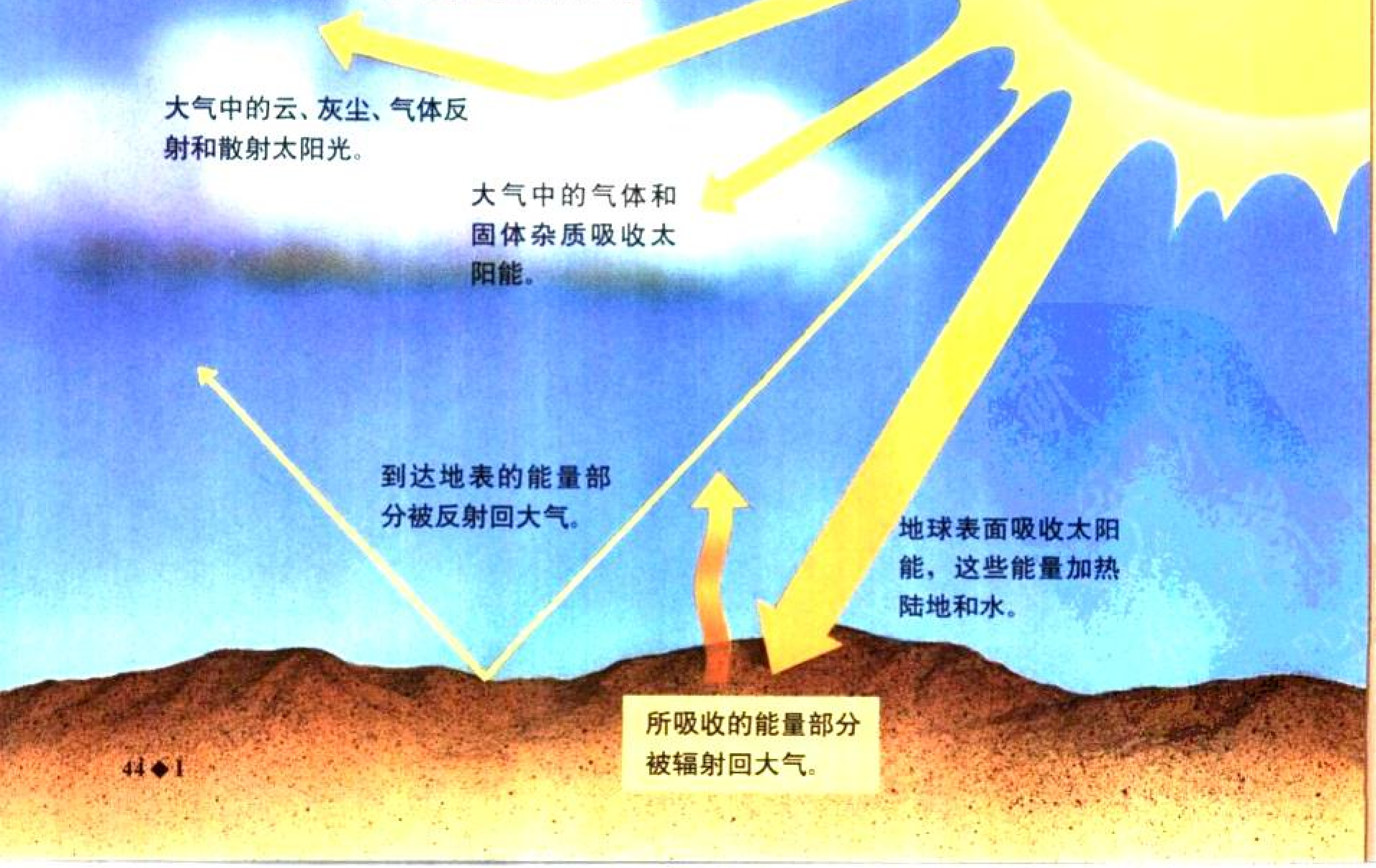
光线向各个方向的反射叫做**散射**(**scattering**)。当你仰望天空，你所看到的颜色就是太阳光被大气中的气体分子散射后形成的颜色。由于被气体分子散射的可见光中，短波段(蓝和紫)的比长波段(红和橙)的多，因此散射光偏蓝。这就是白天天空看起来呈蓝色的原因。

日出或日落时分，太阳光要穿过一层比太阳高挂时更厚的大气层。更多的蓝色系列光线在到达你的眼睛之前就已经被散射掉了，剩下主要包含红光和橙光的太阳光。因此，此时的太阳看起来呈红色，周围的云朵也被映衬得绚丽多彩。

想一想　为什么火山喷发出的颗粒物使日出和日落变得更红？

探索　大气能量

太阳光是保持地球温暖的主要能量。这些能量在传播过程中，大部分被大气吸收或反射，只有少部分到达地面，并被地表反射或吸收。



地球表面的能量

到达地表的太阳能一部分被反射回大气，另一部分被陆地和水吸收并转化为热量。

当地表被加热时，一些能量以红外线辐射的形式辐射回大气。这种红外线辐射只有部分能穿过大气进入太空，大部分被大气中的水汽、二氧化碳、甲烷等气体吸收，使大气增温，从而在地球外围形成一个可以保存大气热量的“摇篮”。这个通过气体来保存大气热量的过程叫做**温室效应（greenhouse effect）**。

你曾经在冬天进入过温室吗？即使天气寒冷，温室内始终温暖如春。温室通过两种方式来锁住热量：一是温室内部释放的红外线辐射不能轻易穿透玻璃；第二，玻璃阻隔空气运动而使温室中的热空气不能继续上升。大气的保温效应与第一种方式类似。

温室效应是使地球上的大气保持在适宜大部分生物生存的温度的自然过程。然而，近两百年来，人类活动使大气中二氧化碳含量的增加，从而导致大气升温。在第四章中将讲述更多有关温室效应的知识。

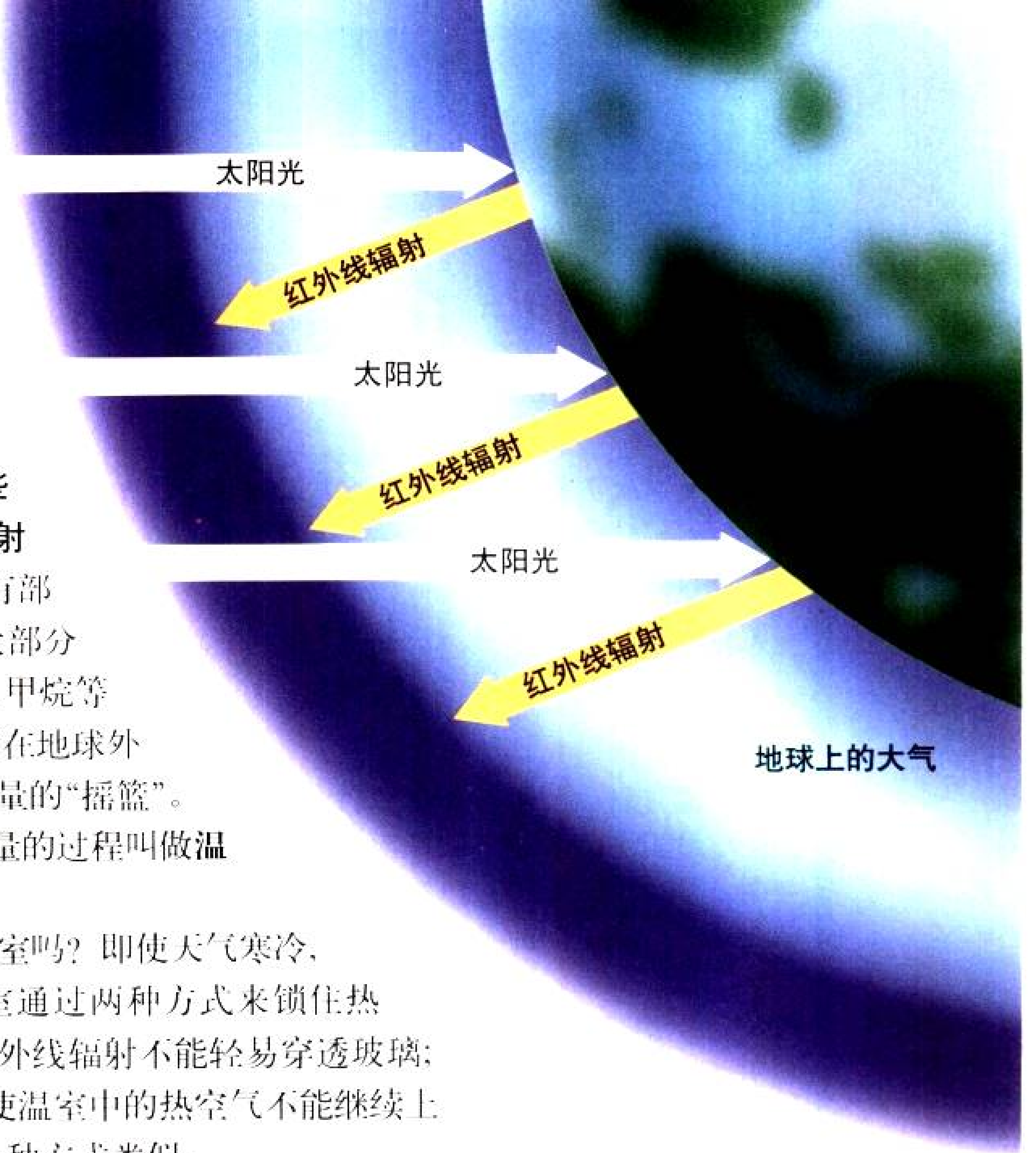


图 2-2 太阳光穿过大气到达地表，地表以红外线辐射的形式向外辐射热量。大部分热量被截留在大气中，使地表保持相对适度的温度。

第一节复习

1. 列举太阳辐射的三种形式，它们有什么异同？
2. 太阳能被地表吸收后将如何变化？
3. 天空为什么是蓝色的？日出为什么是红色的？
4. **理性思维** **应用概念** 如果没有温室效应，地球将变成怎样？

身边的科学

和你的家人一起探究太阳辐射如何使你家的房子增温。是否有些房间在早上更暖和些，而有些房间在下午更暖和？窗帘或百叶窗的开关对室温有什么影响？向你的家人解释你的观察结果。

哪种材质吸热快

在本次实验中，你将提出并验证不同材质对于吸收光辐射速度快慢的猜想。

问题

比较沙和水的升温率和降温率。

材料

2枝温度计	环形台和环形夹钳
沙，300 mL	2个400 mL的容器
水，300 mL	100瓦电灯
米尺	钟或秒表
细线	绘图纸

步骤

1. 你认为沙和水哪种材料升温较快？依据是什么？遵循以下的步骤来验证你的猜想。
2. 把数据表复制到笔记本上，并加上足够的行数来记录15分钟的数据。
3. 在一个容器中装入300 mL干沙。
4. 在另一个容器中装入300 mL室温下的水。
5. 把容器放在环形台的下方。
6. 在每个容器中各放入一枝温度计。
7. 用细线把温度计悬在环形台上，确保温度计不会掉下来。
8. 调整夹钳的高度，使每枝温度计的水银球都埋入沙或水中约0.5 cm。
9. 把灯放在距离沙或水上方约20 cm处。两个容器之间的距离应不大于8 cm。

   注意：小心别把水溅到热灯泡上。
10. 将沙和水的温度记录在数据表中。
11. 打开灯，每分钟读沙和水的温度一次，持续15分钟。把温度记录在数据表的“开灯时的温度”这一栏内。
12. 你认为哪种材料冷却得快一些？为什么？记下你的猜想。
13. 关掉灯，每分钟读沙和水的温度一次，持续15分钟。把温度记录在数据表的“关灯时的温度”这一栏(16～31分钟)内。

数据表

开灯时的温度／℃			关灯时的温度／℃		
时间／分	沙	水	时间／分	沙	水
开始			16		
1			17		
2			18		
3			19		
4			20		
5			21		

分析与结论

1. 以时间(0～30分)为横轴、温度(℃)为纵轴，画两条折线来表示整个过程中沙和水的温度变化情况。将两条折线画在同一个坐标系中，用虚线表示水的温度变化，用实线表示沙的温度变化。

2. 计算两种材料温度的总变化率。

3. 根据实验数据，哪种材料的温度增幅比较大？

4. 哪种材料更容易吸热？与你的猜想一致吗？

5. 根据实验数据，15分钟内，哪种材料冷却得较快？

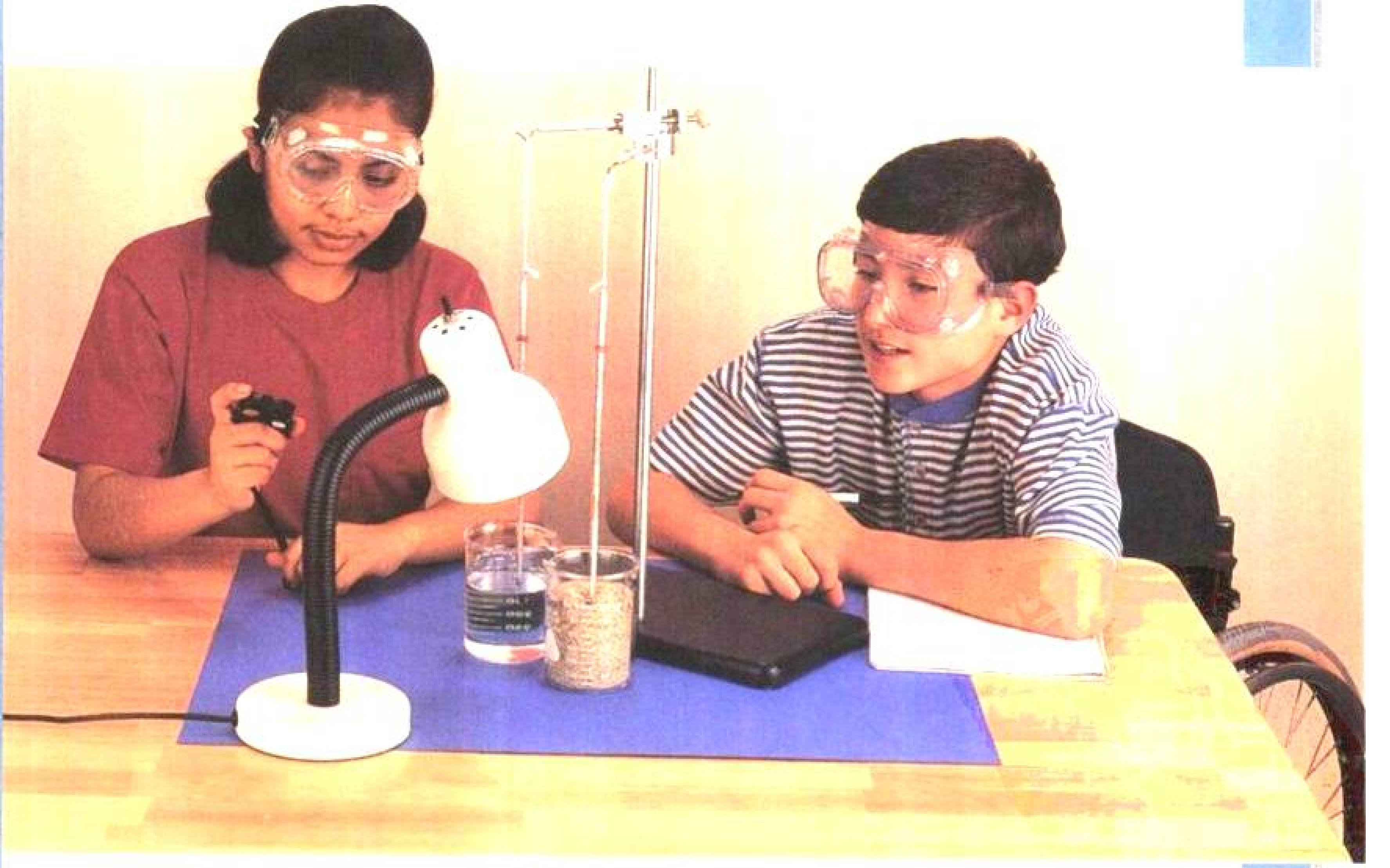
6. 结果和你第二次猜想相符吗？

7. **思考** 如果实验结果与你的猜想相悖，原因是什么？

8. **应用** 根据实验结果，你认为哪种物质在晴朗的白天升温比较快：湖中的水还是湖畔的沙？在夜里，哪种物质降温更快一些？

进一步的探索

你认为所有固体材料的升温速度都和沙一样吗？比如沙砾、碎石块或者不同种类的泥土？用"如果……，那么……"的句式写一份假设报告，并在老师的许可和监督下，设计一个实验来验证你的猜想。你的猜想正确吗？

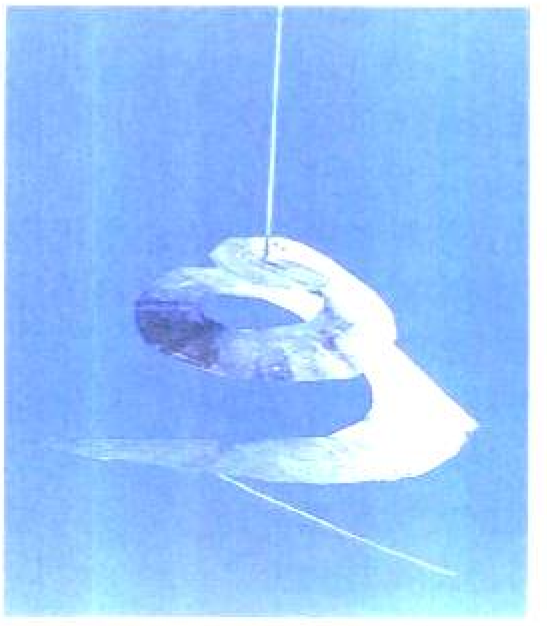


SECTION 2 热量传递

探索 活动

当空气被加热时

1. 用剪刀把一个铝盘的底盘剪下来，并在中心处戳一个小洞。
2. 把铝片剪成螺旋形，如图所示，在其中心处系一根 30 cm 长的细线。
3. 把这个螺旋形铝片放在蜡烛、热金属板或白炽灯等热源的上方。



思考

推论 螺旋形铝片将发生什么现象？为什么？

阅读指南

- ◆ 怎样测量温度？
- ◆ 热量以哪三种方式传递？

阅读提示 在阅读过程中，列出热量的传递方式，并分别用一句话概括出来。

我们已经知道，太阳能被地球表面吸收后，部分能量以热能的形式从地球表面转移到大气中，并在大气中四处运动。那么，热能在大气中究竟是如何移动的呢？

能量和温度

气体由不停运动着的分子组成。分子运动得越快，它们的能量就越多。图 2-3 表示分子运动和能量之间的相互关系。物质分子运动产生的能量叫做**热能(thermal**

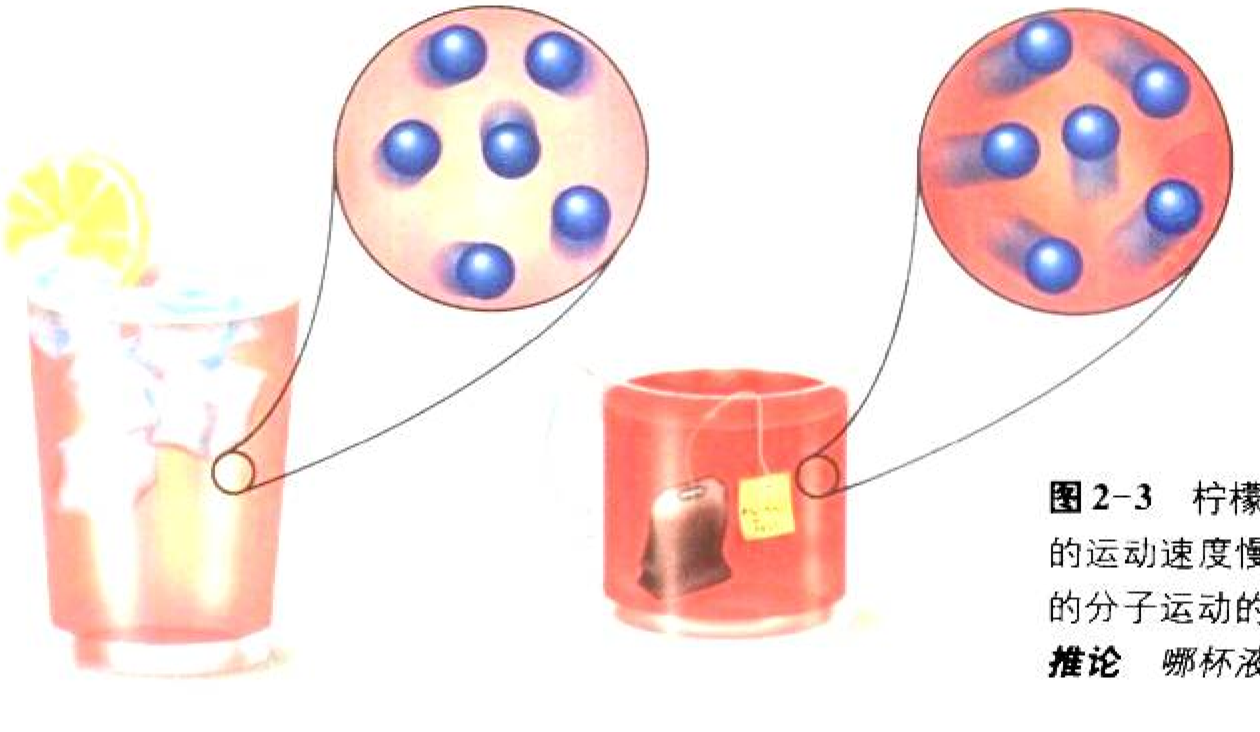


图 2-3 柠檬水是冷的，所以分子的运动速度慢；茶是热的，所以它的分子运动的速度比柠檬水快。

推论 *哪杯液体的温度高一些？*

energy)，**温度(temperature)**是物质分子平均动能的反映，也就是说，温度是物质冷热程度的度量。

测量温度

当你向他人询问天气情况，他的回答中很可能包含有温度。温度是最重要的天气要素之一。**气温通常用温度计来测量**。**温度计(thermometer)**是一根细细的、尾部球状体内装有液体——通常是水银或有色酒精的玻璃管。

温度计的工作原理是液体的热胀冷缩。当气温上升时，球状体内的液体膨胀并使液柱上升；当温度下降时，球状体内的液体收缩，于是玻璃管内的液面下降。

温度以度为计量单位。如图 2–4 所示是两种最常见的温标，科学家常用摄氏温标来度量。如纯水的冰点是 0°C（读作零摄氏度），沸点是 100°C。美国的气象预报采用华氏温标。如果用华氏温标来度量，那么纯水的冰点是 32 °F，沸点是 212 °F。

想一想　水的冰点和沸点之间相差多少摄氏度？

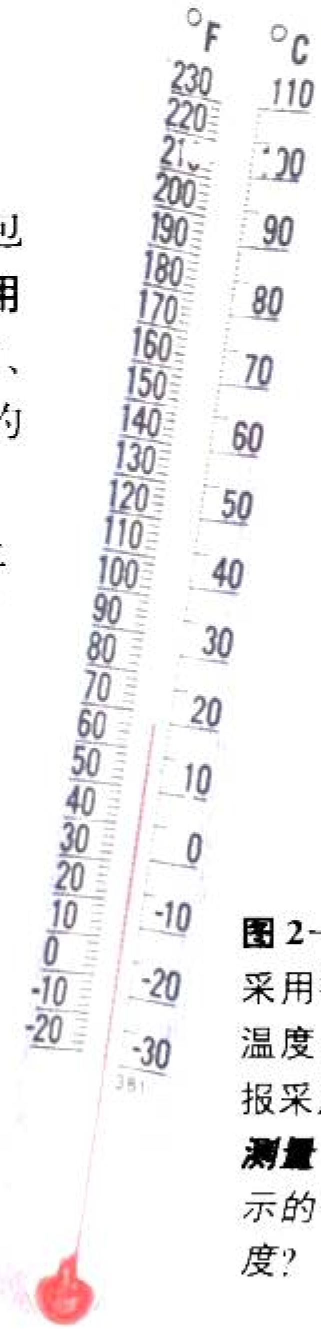


图 2–4　科学家通常采用摄氏温标来度量温度，美国的气象预报采用华氏温标。

测量　*如图温度计显示的气温是多少摄氏度？*

热量的传递方式

从较热物体向较冷物体传递的能量叫做**热量(heat)**。**热量的传递方式有：辐射、传导、对流**。如下页图 2–5。

辐射　在太阳光下，你会感到浑身暖洋洋地，这些热量是以辐射的方式从太阳传递到你的身上。我们已经学过，辐射是能量通过电磁波的直接传递。你感觉到的来自太阳或篝火的热量都是通过红外线辐射传递的，虽然我们看不见红外线，却能以热量的形式感觉到它的存在。



传导 你曾经赤脚走在炎热的细沙上吗？你的脚会感到烫，这是因为热量直接从沙传递到脚上。当高速运动的分子撞击到缓慢运动的分子时，就把一部分能量传递给它。热量从一种物质向另一种与它接触的物质的直接传递就叫做**传导(conduction)**。得到能量的分子也能把能量传递给附近的其他分子。当你走在炎热的细沙上时，沙子中高速运动的分子就把热量传递给你脚上缓慢运动的分子。

物质内部的分子靠得越近，其导热性就越好。固体(如金属)的导热性较好，而液体和气体的导热性就比较差，如水和空气。

对流 即使火炉在另一个房间，你也能利用热风孔来烘干你的靴子，这是因为火炉上的热空气流动过来，把热量带给了靴子。流体(液体和气体)的分子能携带热量到处移动。通过流体运动而进行的热量传递叫做**对流(convection)**。

☑ ***想一想*** *列举日常生活中有关辐射、传导和对流的例子。*

对流层中的热量传递

在对流层中，热量通过辐射、传导和对流共同传递。当地球表面吸收了太阳能后，陆地的温度就高于气温，于是地表通过辐射和传导的方式把热量传递给近地面空气。由于空气的导热性不强，只有离地面几米内的空气能通过传导来得到热量，因些，近地面空气的温度总是比高处的高。

事实上，对流层中热量的主要传递方式是对流。当近地面空气被加热时，其分子因得到能量而运动速

·试 一 试·

测量不同高度的气温 活动

你认为近地面气温和高空气温之间的差异有多大？为什么？

1. 把仪器安置在一个整天都阳光充足的地方。
2. 清晨时分，测量距地表1cm和1.25 m两个高度处的温度，并把测量的时间、温度、高度记录下来。到傍晚时重复测量一次。
3. 连续两天以上重复第2步。
4. 以时间为横轴，温度为纵轴，在同一个坐标系中绘制两个不同高度的温度折线图，并在两条折线上分别注上高度。

数据解析 哪一个高度的温度变化较大？为什么？

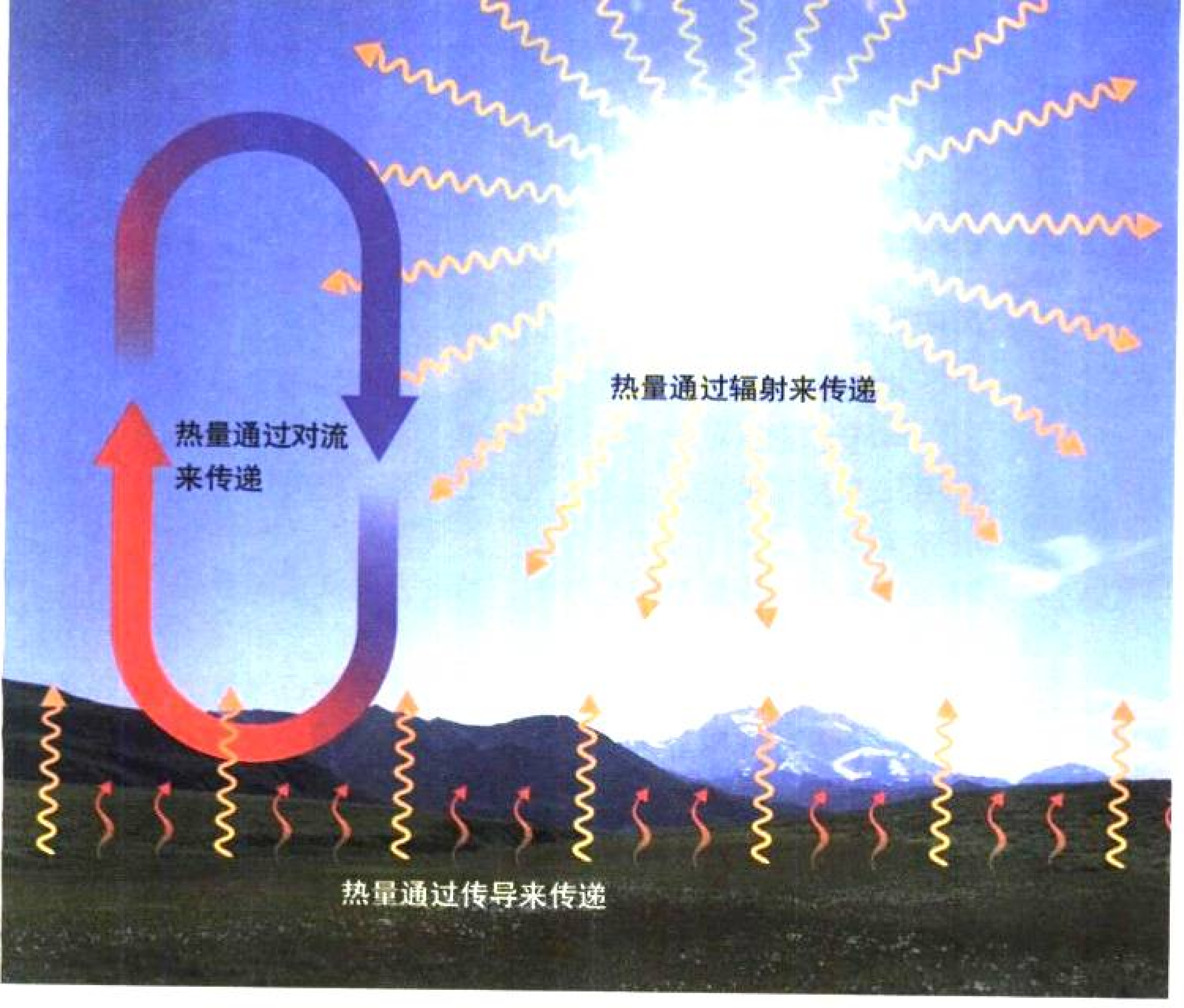


图2-5 热量传递的三种方式——辐射、对流和传导(在近地面发生)。

度加快。分子在运动过程中互相撞击，由于分子运动速度快，因此碰撞后分子之间的距离加大，空气变得稀薄。于是较稠密的冷空气乘势下沉，迫使稀薄的热空气上升。暖空气的上升运动和冷空气的下沉运动形成了对流循环。

第二节复习

1. 什么叫温度？
2. 描述温度计的工作原理。
3. 说出热量的三种传递方式，并简要解释这三种方式是如何加热对流层的。
4. **理性思维　应用概念**　当你点燃壁炉时，暖空气因对流而上升，穿过烟囱。但为什么壁炉能使整个房间暖和起来？为什么只有坐在壁炉正前方的人才会感觉到火焰的热气？

课题 2

检查进度

准备好测量天气要素的仪器。确定测量的时间和地点，必须保证在每天的同一时间、同一位置进行测量。

提示： 必须知道如何进行精密测量。

3 风

探索 **活动**

风向哪里转



和你的同伴一起做这个实验。把气球当成地球模型，用标线描出风向。

1. 用胶布把铅笔粘在一个大气球上，通过旋转铅笔来旋转气球。
2. 握住铅笔，慢慢地转动气球，转动方向从顶部看是逆时针方向。
3. 在转动气球的同时，另一人用记号笔试着在气球上划一条从“北极”到“赤道”的直线。这条线的形状如何？

思考

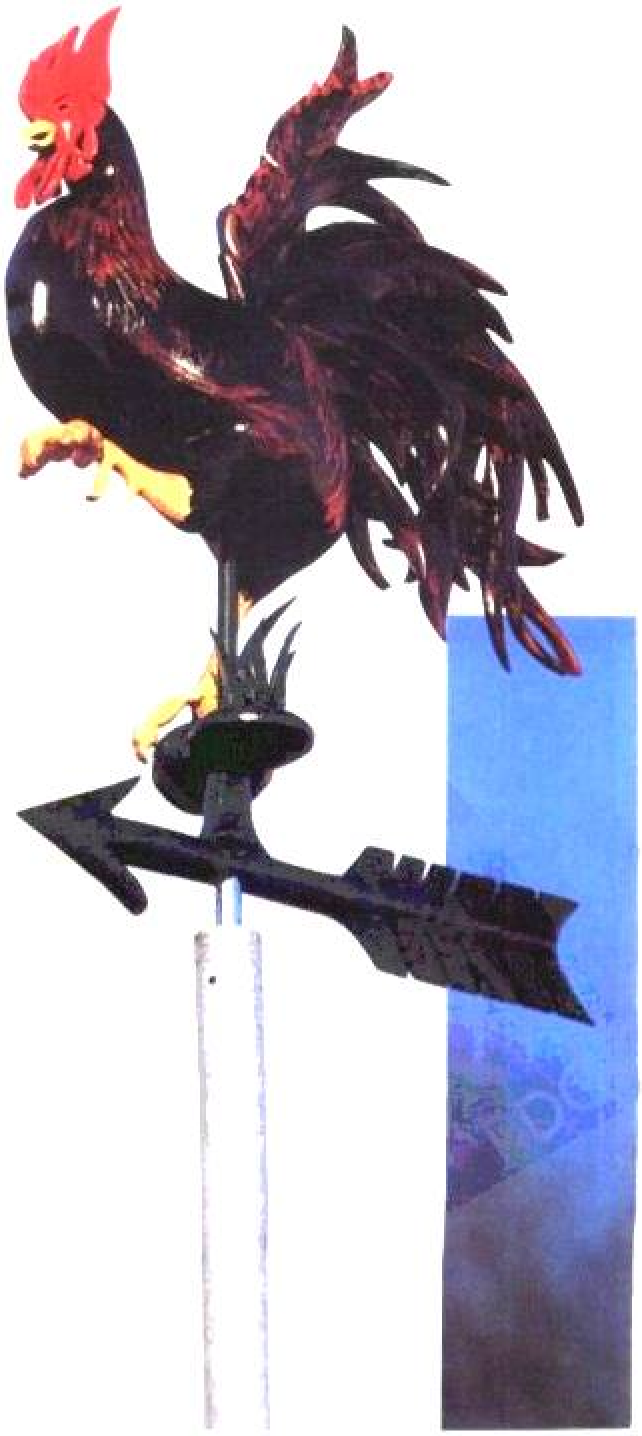
制作模型 假设一股冷空气从加拿大往南移至美国，它运动的路线将如何受地球自转的影响？

阅读指南

- 风是怎样形成的？
- 什么是局地风？什么是全球风？
- 主要的全球风带分布在哪里？

阅读提示 在开始阅读前，先预览插图及图注。记下有关风的疑问，并在阅读过程中找到答案。

美国东北部的至高点是位于新罕布什尔州的华盛顿山，海拔1917米。华盛顿山山顶的风力有时非常强，以致于徒步旅行者很难安全到达山顶。1934年4月12日，华盛顿山山顶测得的最大风速达370千米/时。这股不可思议的大风是怎样形成的？



风是怎样形成的

空气是流体，它可以到处移动。引起空气运动的原因是气压的高低不均。**风(wind)**就是空气从高压区向低压区的水平运动。也就是说，**风的产生是由气压差引起的。**

大部分气压差都是由大气

的受热不均造成的。我们知道，一定区域的地表被太阳光照射而受热，形成对流。受热地表上方的空气膨胀并变得稀薄，空气密度减小，气压就降低。如果邻近区域受热的程度不同，那么，受热少的区域上方的空气相对较冷、较稠密，气压相对较高，于是它就沉到温暖而稀薄的气体下面，迫使热空气上升。

风的测量

人们用方向和速度来描述风。风的方向可由风向标来测定，风向标的一端指向风吹来的方向。风以它吹来的方向命名，例如，南风是指风由南往北吹，北风是指风由北往南吹。

风的速度用**风速表(anemometer)**来测量。风速表上有三四个架置在轮辐末端的风杯，轮辐可绕轮轴旋转。吹在风杯上的风力使轮轴转动，此时，安置在轮轴上的示速器就显示出风的速度。

在炎热的夏天，一阵凉风能使人精神为之一振；然而在冬天，这样的一阵凉风会使你冷得打颤。吹在皮肤上的风会带走身体的热量。风越大，人体感觉越冷。由风的大小引起人体感觉的凉意叫做**风寒因素(wind-chill factor)**。天气预报可能会这样报道："气温零下7摄氏度，伴有风速是48千米/时的大风，这个风寒因素使人体感觉在零下28摄氏度。"

☑ ***想一想　西风吹向哪个方向？***



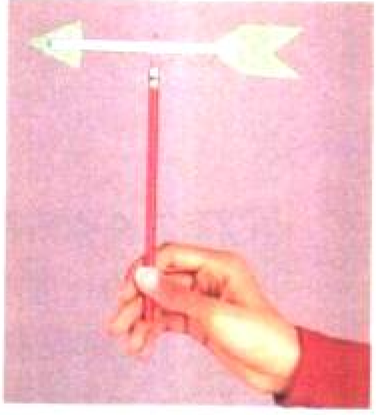
图2-6　左边的风向标指示了风吹来的方向、右边的风速表用来测量风速。风杯能随着风速的增大而加速旋转。

试一试

制作一个风向标　活动

以下是制作风向标的步骤。

1. 用彩色美术纸剪一个箭头和一个稍大的箭翼。
2. 在一根吸管的两端各开一条1 cm长的缝隙。
3. 把箭头和箭尾插入吸管的缝隙，并用胶布固定。



4. 用手指托吸管，找出它的平衡点。
5. 仔细地把大头针穿过平衡点，另一端刺入铅笔顶端的橡皮中。来回摆动这个"风向标"，确保它能自由转动。

观察　怎样用你制作的风向标来测定风向？

局地风

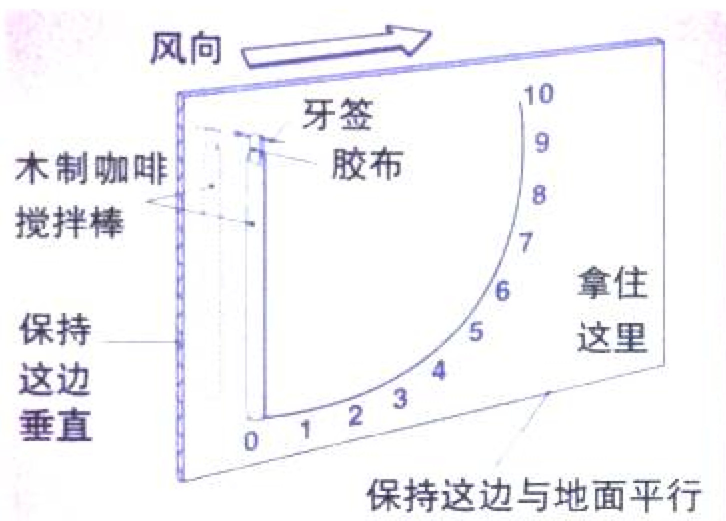
你曾经在炎炎夏日的海滨放过风筝吗？有时即使陆地上没有一丝风，却不时地有凉风从海面吹来，这就是局地风的一个例子。**局地风(local wind)**是短距离风，**它是由地表小范围内的受热不均引起的**。只有当没有来自远方的风时，才可能形成局地风。

实 践 活 动

生活实验室

观测房子的避风面

假设你所在的城市计划建造一个新的社区中心。为了确保社区中心的门即使在有风的日子里也能自如地开关，你首先要知道房子的哪一面是避风的。为此你可以先观测一幢类似房子周围的风速。



问题

如何确定房子周围的风型？

技能

测量，数据解析，总结

材料

笔	牙签
风向标	2个木制咖啡搅拌棒
米尺	狭长不透明胶带

瓦楞纸板，15 × 20 cm

步骤

1. 首先用木制咖啡搅拌棒制作一个简易风速表。在纸板上画一个如图所示的弧形标尺，并在上面均匀地标注刻度 0 ~ 10。
2. 用铅笔仔细地在穿牙签的位置戳一个小洞，然后把牙签插入洞中。
3. 如图所示，用胶带把木制咖啡搅拌棒与牙签粘起来。
4. 将数据表复制到你的笔记本中。
5. 把这个风速表带到学校外面，放置在距离房子 2 ~ 3 m 的地方，要远离墙角或大型植物。

受热不均通常发生在靠近大范围水域的陆地上。由于加热一定区域的水需耗费的能量比加热等范围的陆地要多，因此经过一天太阳的照射，陆地的升温比水域快，陆地上方的空气也比水域上方的空气更暖和。暖空气膨胀上升，形成一个低压区，于是较冷空气从水域吹向内陆并潜到暖空气的下面，从而形成局地风。从海洋或湖泊

数据表

位置	风向	风速

6. 用风向标找出风向。握住你制作的风速表，要求纸板保持与地面垂直，和风向平行。观察木制搅拌棒的指向，并记下这个数据。
7. 在房屋周围的各个方向重复测量，把数据记录下来。

分析与结论

1. 房子四周是否有一面的风比其余各面都强？如何解释你观测的结果？
2. 其他同学的结论和你的一致吗？你认为产生差别的原因是什么？
3. **应用** 根据你测得的数据，推断房子的哪一面最适合建门。

进一步的探索

植物对一个地区的风速有什么影响？种植一些灌木和树可以减小门附近的风速吗？怎样测量？

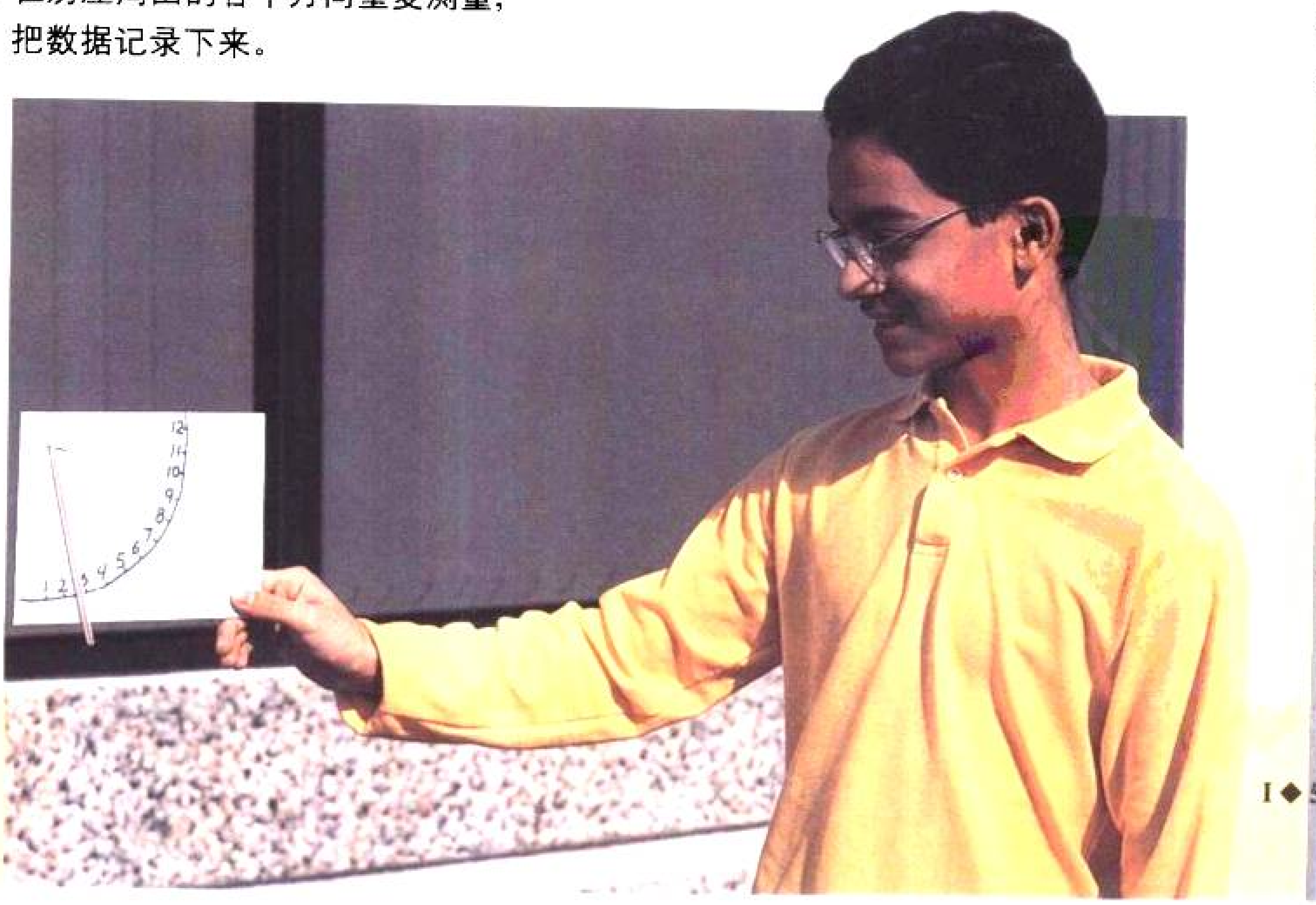




图2-7 **A.** 白天，较冷空气从海洋向陆地移动，形成海风。**B.** 晚上，较冷空气从陆地吹向海洋，形成陆风。
形成实用性定义 哪种风在晚上发生？

吹向陆地的风叫做**海风 (sea breeze)** 或湖风。如图 2-7A 所示。

到晚上，情况正好相反。陆地降温的速度比水域要快，所以陆地上方的空气比水域上方的冷。当水域上方的较暖空气上升时，较冷空气就从陆地上方移过来取代它的位置。空气从陆地向水域的流动叫做**陆风 (land breeze)**。

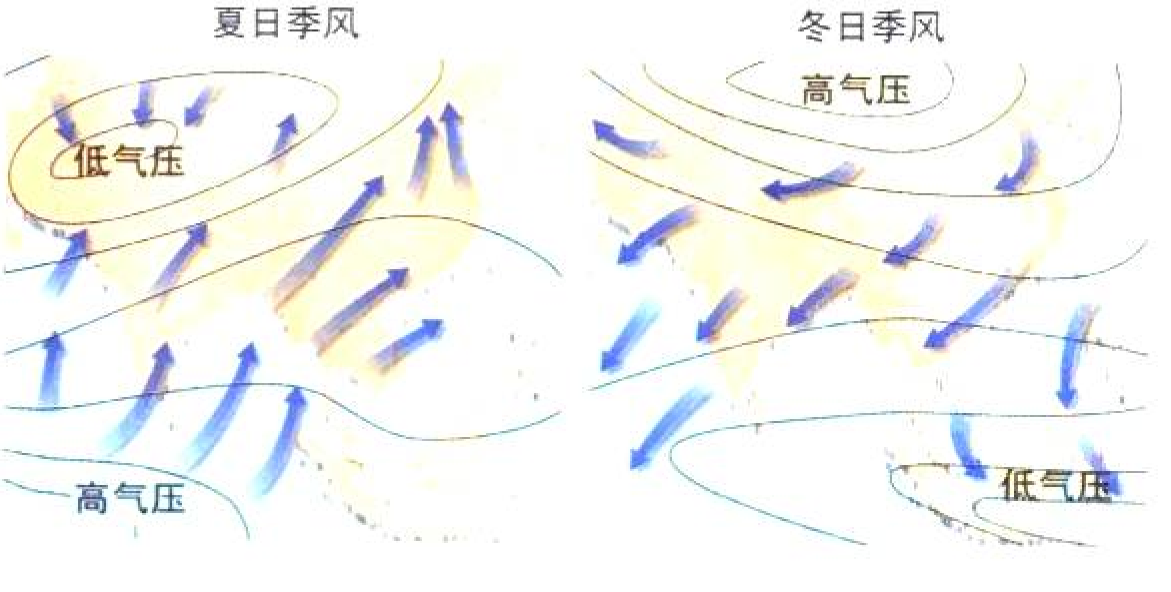
季风

类似于海风、陆风的形成过程可以在更广大的区域发生。在南亚和东南亚的夏季，陆地比海洋热。一股强大的海风在整个夏季稳定地从海洋吹向陆地，即使在夜晚也一样。而到冬季，陆地冷却并变得比海洋更冷，于是，陆风就不断地从陆地吹向海洋。

大范围面积上的随季节变化而变化的海风和陆风叫做**季风 (monsoon)**。南亚和东南亚的夏日季风对那里的种植物十分重要。在雨季，从海洋吹来的空气温暖湿润。暖湿空气在陆地上方升起，逐渐冷却，形成了稻谷和其他种植物所需的降水。

图2-8 尼泊尔的大雨是夏日季风的一部分，它从海洋吹向陆地。而到冬天，季风反向，从陆地吹向海洋。





全球风

稳定地、从特定方向吹来的、跨越很长路程的风叫做**全球风 (global winds)**。像局地风一样，全球风也是由于地表受热不均形成的。如图2-9是太阳光照射到地球表面的情况。中午时分，赤道附近的太阳光线几乎直射在头顶上，强烈地加热着地表。而在北极或南极附近，即使是正午，太阳光也以一个较低的角度照射地表，使太阳能量散布到一个很大的区域上，因此对地表的加热相对较少。结果两极的温度比赤道要低得多。



图2-9 在赤道附近，太阳能几乎直射在地球上。而在两极附近，相同的能量被散布到一个较大的区域。

全球对流环流 赤道和两极之间的温差形成强大的大气对流环流。赤道上方的暖空气上升，在两极附近的冷空气下沉，因此，赤道附近的气压相对较低，而两极附近的气压相对较高，结果在地表，风总是从两极吹向赤道，而在大气高空正相反，空气从赤道向两极移动。**大气在赤道和两极之间的运动形成全球风。**

科里奥利效应 如果地球不自转，全球风将以直线型从两极吹向赤道。然而因为地球始终在自西向东自转，这使得风的运行路线好像弯曲了。这种因地球自转而导致风的运行路线弯曲的现象叫做**科里奥利效应 (Coriolis effect)**。它以一位法国数学家的名字命名，因为他于1835年研究并解释了该效应。

在北半球，所有的全球风都向右转。正如你在图2-10中看到的，吹向北极的风渐渐地转向东北方向，南风渐渐地变成了西南风。而在南半球，风往左转，因此南风变成东南风，北风变成西北风。

图 2-10 随着地球的自转，科里奥利效应使北半球的风向右转。

图解 *在南半球，风向如何变化？*



☑ ***想一想　在北半球，往南吹的风的风向会怎样改变？***

社会研究

链　接

从殖民时期到19世纪末，美国和英格兰贸易往来频繁，美国商人用新船只、木材、棉花、烟草和皮毛交换人造物品，如纺织品。在19世纪早期，美国与英格兰之间的海上运输路线有两条，向东的航程约耗时3周，而向西的航程却消耗将近2倍的时间——5～6周。

阅读 DIY

设想你是一名船长，负责从美国前往英格兰和返回美国的航程。你的家人不明白为什么你回来的航行时间几乎是去英格兰的2倍。给你的家人写一封信，解释你返航时必须先向南航行一段路程，以便能利用盛行风的优势。

全球风带

科里奥利效应以及其他因素的作用，在全球形成了无风带和风带。无风带如赤道无风带和副热带无风带。**全球风带主要有信风带、盛行西风带和极地东风带**。请一边阅读各个无风带和风带，一边在“探索全球风”中把它们找出来。

赤道无风带　在赤道附近，太阳光猛烈地加热着地表，暖空气稳步上升并形成一个低压区。冷空气移入这个区域，却立即被加热，并在被吹走之前就已上升，因此赤道上方大气的水平运动很少。赤道附近风力很弱或无风的区域叫做赤道无风带。

副热带无风带　从赤道上升的暖空气划分了南北半球，并分别向南北方向移动。**纬度(latitude)**表示离赤道的距离，以度为单位。在南北纬30°处，空气停止向两极移动而下沉，于是形成了一个无风带。几百年以前，因为这个地带的海面上无风，结果航行到此的船只无法继续前进，船员耗尽了所有马粮，不得不把马匹从船上扔下去。因此，赤道以南、以北30°的纬度地带也被称为“马回归线无风带”。

信风带　副热带无风带上空的冷空气下沉，形成一个高压区，这个高压使得地表风既吹向赤道又吹离赤道。吹向赤道的风由于科里奥利效应而向西转，结果北半球北纬30°和赤道之间的风转为东北风。而在南半球南纬30°和赤道之间，风从东南吹来。这股稳定的东风叫做信风。几百年以来，船员依靠它从欧洲向西印度群岛和南美洲运送货物。

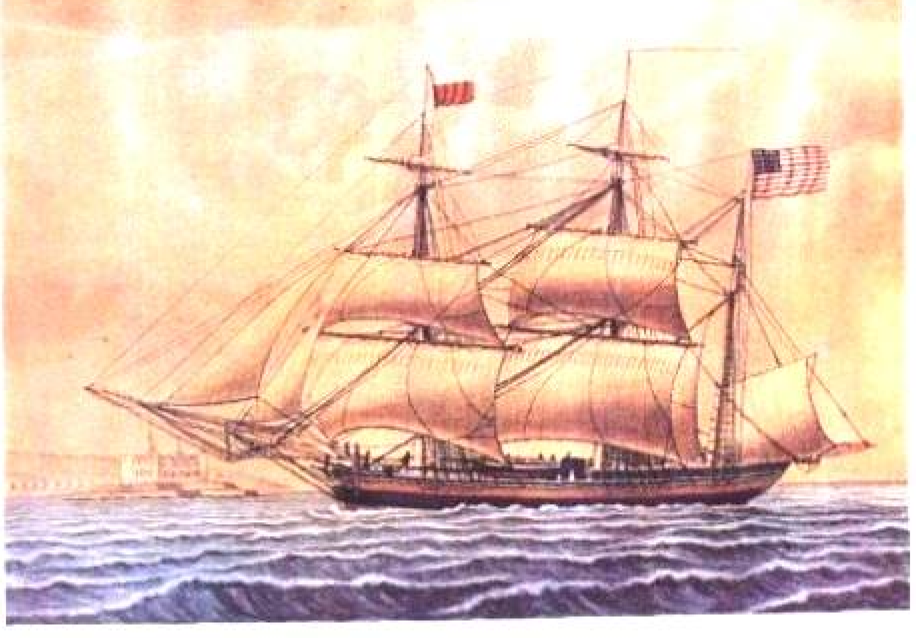
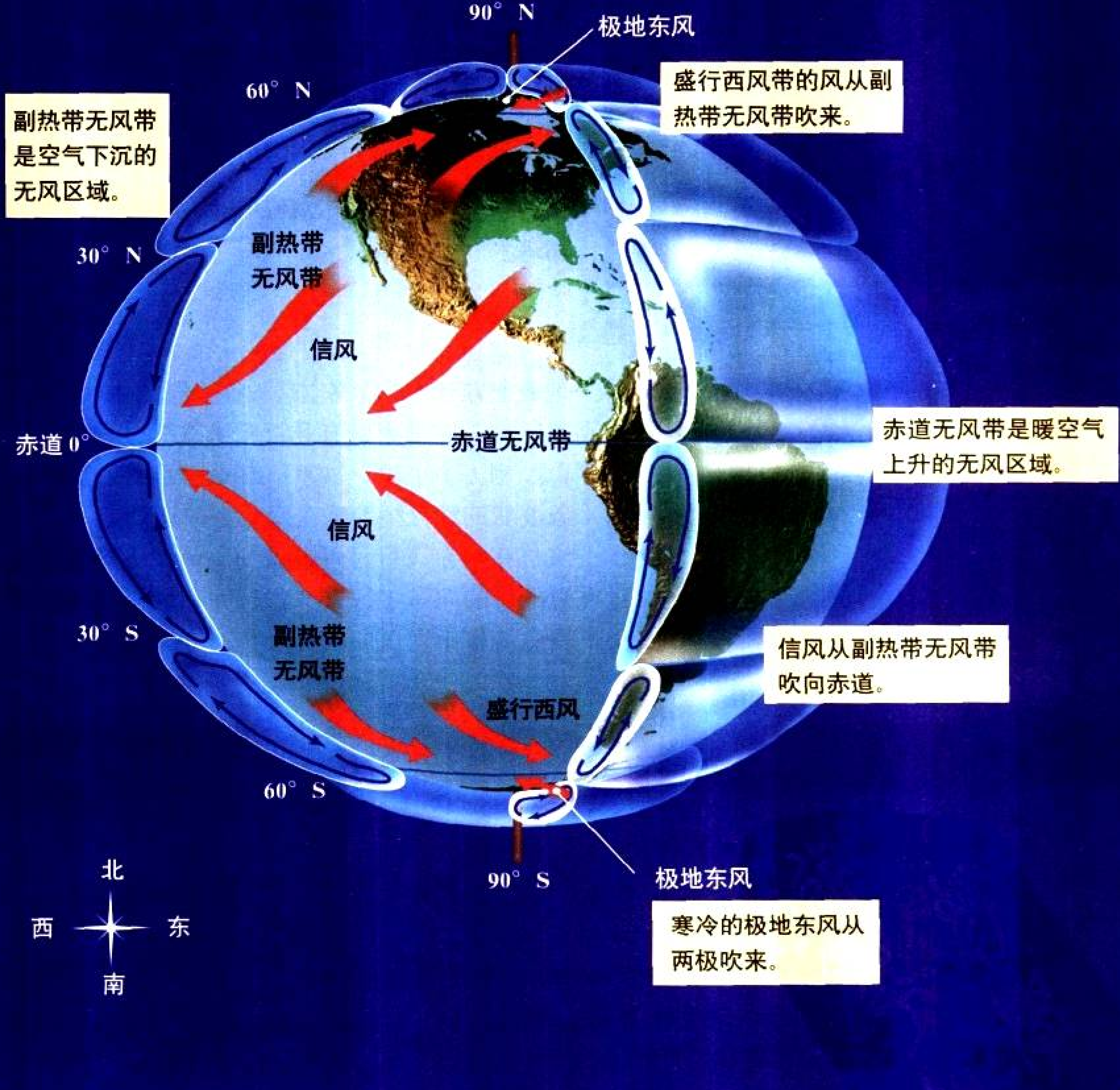


图2-11　爱国者桅帆船，1809年建造，曾经装载着货物到过世界上许多地方。

应用概念　*你认为盛行风对当今的航海有多大影响？*

探索 全球风

地球上环绕着一系列风带。两个风带之间是空气上升或下沉的无风区域。





盛行西风带 在中纬地带，吹向两极的风受科里奥利效应影响向东转。因为它由西向东吹，所以被称为盛行西风。在北纬30°～60°，盛行西风是西南风；在南纬30°～60°，盛行西风是西北风。

极地东风带 两极附近的冷空气下沉并朝低纬地区运动，由于科里奥利效应，这些极地风向西转，称为极地东风。极地东风沿着一个被称为极锋的地带——在北纬60°和南纬60°处和盛行西风相遇。暖空气和冷空气沿着极锋的混合对天气变化有重要的影响。

☑ ***想一想*** ***极地东风在哪个地带与盛行西风相遇？***

图2-12 在急流中向东飞行，飞行员可以节省时间和燃料。***预测*** *如果一架飞机在急流中向西飞行，结果怎样？*

急流

地表上方10 km的高空是被称为**急流(jet stream)**的高速风带。这个风带有几百千米宽，却只有几千米厚。急流以每时200～400 km的速度由西向东吹，沿一条波状的路径绕地球在南北方向运动。

飞机在向东飞行时可以借助急流，飞行员能通过在急流中的向东飞行来节省时间和燃料。然而，若飞机在急流带中逆风向西行，其速度就减慢了。

第三节复习

1. 地表的冷热不均是如何形成风的？
2. 局地风和全球风有哪些相似之处？有什么区别？
3. 说出三个主要风带的名称，并把它们画出来。
4. **理性思维 应用概念** 设想你正从西雅图飞向旧金山，旧金山几乎位于西雅图的正南方，飞行员是否应该按正南方飞行？为什么？

课题2

进度检查

请老师帮助一起检查，确保你正确使用了仪器。你记录下每一组测量数据吗？收集并记录每天的测量结果。

SECTION 4

大气中的水

探索 活动

雾是怎样形成的



1. 在一个窄口塑料瓶里装满热水，然后把大部分水倒出来，只在瓶底剩3 cm左右的水。

   注意：不要让热水溅出来。水温不要太烫，否则你握不住瓶子。

2. 把一块冰放在瓶嘴上。观察有什么现象。
3. 用冷水代替热水，重复1～2两个步骤，结果如何？

思考

提出假设 如何解释你的观察结果？为什么热水和冷水产生的现象不同？

阅读指南

- 如何测量相对湿度？
- 云是怎样形成的？
- 云可分为哪三种主要类型？

阅读提示 在阅读之前，先给云下个定义，然后在阅读过程中修正你下的定义。

在雷雨天气，空气非常潮湿；而在晴朗、万里无云的日子里，空气就变得十分干燥。由于水在大气和地表之间不断地循环运动，因此，大气中水的含量也在不断地发生变化。

水在大气和地表之间的运动叫做水循环，如图2-13所示。海洋等水体中的水蒸发进入空气。**蒸发（evaporation）**是液态水分子以水汽的形式进入大气的过程。生物也能把水汽带入空气中：水被植物的根部吸收，上升到叶片，然后部分水以水汽的形式被释放。

作为水循环的一部分，大气中的一些水汽凝结，形成云、雨和其他形式的降水，于是水又从云中降落回地表，穿透地面，最终进入海洋、湖泊和溪流中。



图2-13 湖泊和海洋中的水蒸发进入大气，又以降水的形式回到地表，形成水循环。

相对湿度

湿度 (humidity) 是对空气中水汽含量的一种度量。空气中水汽的质量分数和它所能容纳的最大量的比值就叫做**相对湿度 (relative humidity)**。例如，10℃时，$1 m^3$的空气能够容纳8 g水汽，如果空气中实际的水汽含量为8 g，那么它的相对湿度就是100%。如果空气中实际水汽只有4 g，那么相对湿度就是50%。空气所能容纳水汽的最大含量与温度有关，暖空气可以比冷空气容纳更多的水汽。

与生活科学的综合 “不在于温度，而在于湿度”，这句俗语是什么意思呢？即使在炎热的夏日，如果空气干燥，你仍然会感到舒适。因为空气干燥时，汗液很容易蒸发，带走你身上的热量，使人体保持舒适的体温。而如果相对湿度高，蒸发速度减慢，那么人体的热量因不能及时释放而感觉不舒服。

测量相对湿度

相对湿度可以用干湿表测得。干湿表(psychrometer) 上有两枝温度计——湿球温度计和干球温度计，其中湿球温度计的水银球由一块浸满水的布料覆盖。当两枝温度计放在相同的空气中时，湿球温度计因蒸发作用而冷却，所以它的读数比干球温度计上的读数要低。



相对湿度

干球温度计读数／℃	湿球温度计和干球温度计之间的温差／℃				
	1	2	3	4	5
10	88	76	65	54	43
12	88	78	67	57	48
14	89	79	69	60	50
16	90	80	71	62	54
18	91	81	72	64	56
20	91	82	74	66	58
22	92	83	75	68	60
24	92	84	76	69	62
26	92	85	77	70	64
28	93	86	78	71	65
30	93	86	79	72	66

图 2-14 干湿表可以测量相对湿度。首先，分别读出湿球温度计和干球温度计上的读数，然后在表格的左栏中找到干球温度计的读数，在表格的右上方找到两者的温差。表格中两个读数相交处的数字就是相对湿度。

如果相对湿度高，那么湿球温度计上的水蒸发得比较慢，湿球温度计上的读数改变不多；如果相对湿度低，那么湿球温度计上的水就蒸发得比较快，湿球温度计的温度就下降得快。相对湿度可以通过图2-14中的表格，比较两枝温度计的读数而查找出来。

想一想　湿度和相对湿度有什么区别?

云的形成

云能让你联想到什么？云的形状千姿百态，它有时看起来像人、像动物、像地形图等等。当然，云并不总是蓬松而白色的，如风暴云，黑压压的一片，覆盖整个天空。

千变万化的云都是由空气中的水汽凝结成的液态水或冰晶组成的。空气中的水汽分子变成液态水的过程叫做**凝结(condensation)**。水是怎样凝结的？我们知道，冷空气所能容纳的水汽比暖空气要少。当空气冷却时，它所能容纳的水汽含量减少，一部分水汽就凝结出来形成液态的水滴。

水汽开始凝结的温度叫做**露点(dew point)**。如果露点在冰点以下，那么水汽就可能直接变成冰晶。你所看到的云，实际上就是千千万万的冰晶或水滴。

空气中的固体小颗粒对水汽的凝结也很重要，因为它为水汽提供了凝结的表面。有时水汽也会凝结在地面的固体表面上，如草叶。空气中的水汽在冷的物体表面凝结成的水叫做露，霜是空气中的水汽遇到寒冷物体表面直接冷凝成的冰。

因此，形成云的两个必备条件是：空气中存在固体小颗粒和空气被冷却到露点。近地面空气被加热后，变得稀薄，并在对流环流中上升。而上升的空气不断扩散，逐渐变冷，就形成了云。



图2-15　空气中的水汽在固体表面凝结，如这朵花的花瓣，就形成了露。

增进技能

数据解析　活动

中午，如果你的干湿表上干球温度计的读数是26℃，湿球温度计的读数是21℃，利用图2-14查出此时的相对湿度。

过一段时间后，如果干湿表上干球温度计的读数是20℃，湿球温度计的读数是19℃，请查出此时的相对湿度。相对湿度是增加了还是下降了?

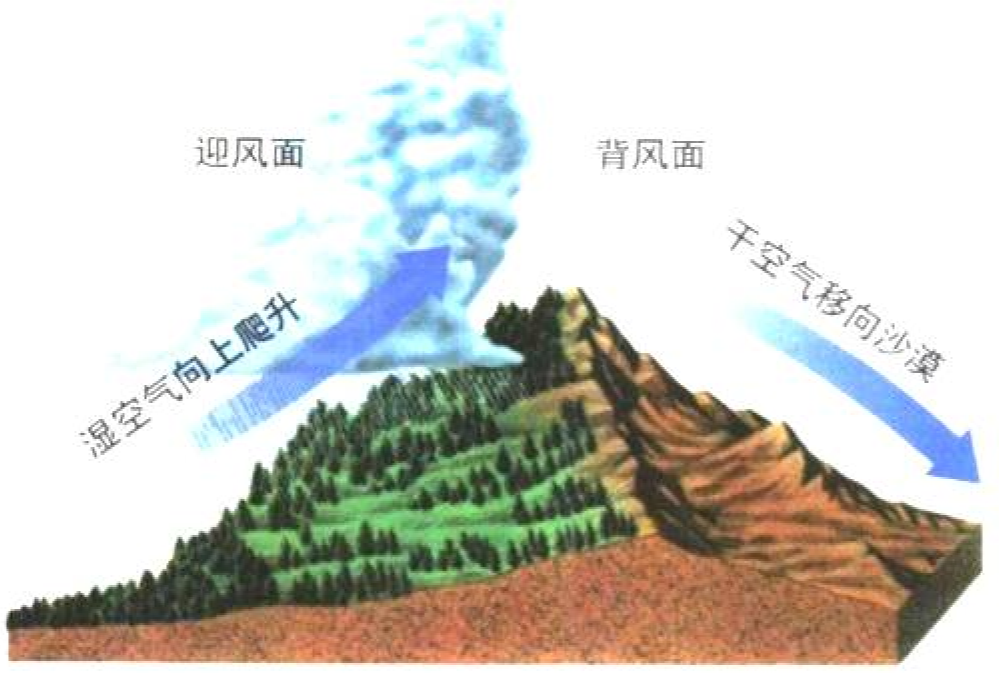


图2-16 湿空气在向山脉的一面爬升时逐渐冷却下来。
预测 *当水汽从空气中凝结出来时将会出现什么现象？*

如果风遇到小山或山岳，空气就被迫向上抬升。在沿着斜坡上升的过程中，空气逐渐冷却下来，于是在山脉的向风面，即面对着风的那一面就开始下雨或下雪。

当空气到达山脉的另一面时，空气中已经失去了大部分水汽，这时的空气是干冷的，于是在山脉的背风面形成雨影区。正如只有很少量的光线能照在阴影里一样，在雨影区内几乎没有雨水。空气在穿过山脉时不仅失去了大量的水汽，而且在滑下山腰的过程中逐渐升温。这股温暖而干燥的空气导致山脉的背风面变成沙漠。

☑ ***想一想　为什么一些山脉的顶部总是云雾缭绕？***

云的种类

正如你所看到的，云的形态千变万化。**气象学家通常把云分成三类：积云、层云和卷云。**云也可以按高度分类。云的形态随着不同的天气变化而呈现出各种不同的景观。

看起来蓬松得像棉花堆似的云叫**积云(cumulus)**，单词cumulus表示“堆”或“大量”。积云一般形成于距地表不到2 km的地方，可以不断扩大变厚，甚至可以向上延伸至18 km的高空。积云大多浮游在晴朗的蓝天中。巨大的、有一个平坦的顶部的云叫做积雨云，它通常是雷阵雨的先兆。

层状的云叫做**层云(stratus)**。单词strato表示“展开”。层云往往覆盖全部或大部分的天空。如果层云增厚，将带来毛毛雨、大雨或雪，这时称它为雨层云。

纤细的羽状云叫做**卷云(cirrus)**。它只有在距离地面大约6 km、温度非常低的高空才能形成。因此，卷云绝大部分由冰晶组成。

探索 云

云主要有积云、层云和卷云三种类型。从云的名称上，我们可以大致看出这些云的高度和形状。



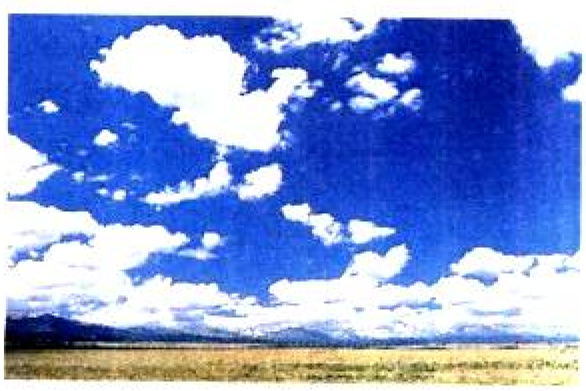
卷云
卷云、卷层云和卷积云大多由冰晶组成。



积雨云
雷阵雨来自积雨云。因此，积雨云又被称为雷雨云砧。



雨层云
雨层云会带来大量的雨水或雪。



积云
积云往往是晴天的标志。

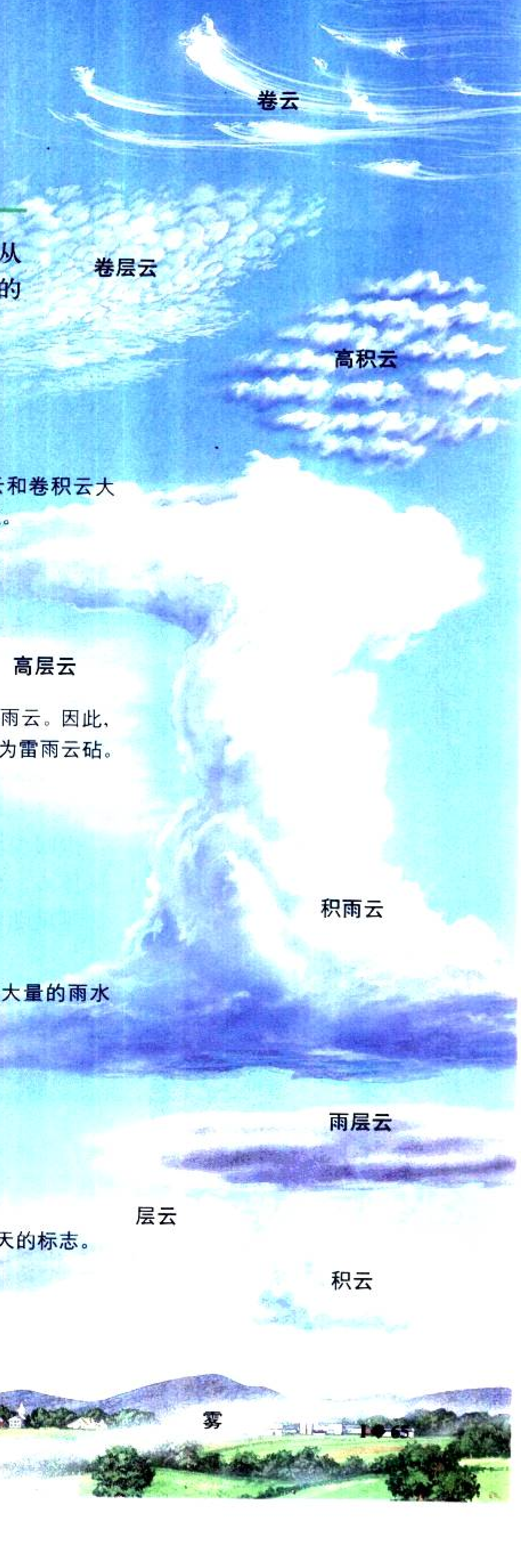




图 2-17 雾通常形成于夜间寒冷的湖面上。

预测 *当太阳升起时，湖面上的空气变暖，雾将如何变化？*

具有羽毛状挂钩形末端的卷云有时候也叫“马尾云”。那些看起来像一排排棉花球的卷积云，往往预示着一场暴风雨的来临。

部分云的英文名称是依据它所在的高度命名的。距地表 2 ~ 6 km 的云，它的英文名称都有一个前缀：“alto(高)”。其中两种主要类型是高积云(altocumulus)和高层云(altostratus)。

在地表或近地面形成的云叫做雾。如果白天天气温暖湿润，晚上突然降温，使地面上方的空气冷却至露点，就形成雾。第二天早晨，太阳温暖地照射地面，雾就随着水滴的蒸发而消失。

第四节复习

1. 哪种仪器用来测量相对湿度？怎样测量？
2. 云的形成必须具备哪些条件？
3. 分别描述云的三种主要形式。
4. **理性思维　分类**　把下列几种云按照低层、中层和高层进行分类：高积云、高层云、卷层云、卷云、积云、雾、雨层云、层云。

身边的科学

在一个大玻璃杯中装入半杯冷水。和你的家人一起观察把冰块放到水里后发生的现象，并向家人解释下述问题：杯外壁上的水来自空气中的水汽，为什么只有在加入冰块后，玻璃杯的外壁才会附着水滴？

SECTION 5

降水

探 索 **活 动**

制作冰雹

1. 戴上护目镜。
2. 在烧杯里加入15 g盐，再加入50 mL水。搅拌液体，直到大部分盐溶解。
3. 在试管中装入15 mL冷水。
4. 把试管放到烧杯中。
5. 在烧杯中装满碎冰，每分钟搅拌一次烧杯中的冰水混合物，一共搅拌6次。



6. 拿出试管，并加入一块小碎冰。有什么现象发生？

想一想

推论 在观察的基础上推断，哪些条件是形成冰雹所必需的？

在智利的阿里卡，年平均降水量还不到1毫米，很多年份几乎没有一点降水。而在夏威夷考爱岛的瓦利尔山上，年平均降水量大约为12米，这个水量足够淹没一幢三层楼房！你看，世界各地的降水量的差别是如此巨大！

来自地表和生物的水蒸发进入空气，这些水最终又以降水的形式返回地表。**降水（precipitation）**是指云中的水以各种方式降落到地表的过程。

降水通常来自云，但并不是每一种云都会产生降水，只有当云滴或冰晶增大到足够穿透空气时，降水才会发生。云滴变大的一种方式是和其他云滴碰撞结合。随着云滴的增大，它们下降的速度越来越快，并集结了越来越多的小云滴，当云滴达到足够重时，就以雨滴的形式从云中落下来。

阅读指南

◆ 降水的主要形式有哪几种？

◆ 如何测量降水量？

阅读提示 在阅读过程中，把降水的种类罗列出来，并分别用一个句子描述。

降水类型

在温暖地区，降水的形式几乎都是雨或毛毛细雨。而在寒冷地区，降水的形式还有雪和冰。**常见的降水类型包括雨、雨夹雪、冻雨、冰雹和雪。**

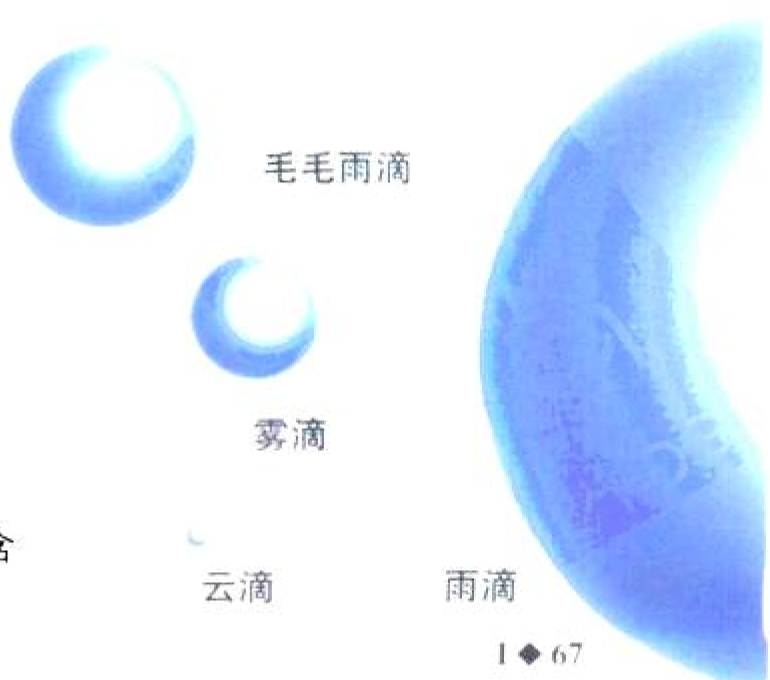


图2-18 水滴大小不同。你知道吗，雨滴中所包含的水量大约是云滴含水量的100万倍！





图2-19 **A.** 雪花在低于0℃的云层中形成。**B.** 冻雨给物体穿上了一件薄薄的冰衣。**C.** 雹子块通常形成于雷阵雨时的云层中。

雨 最常见的降水形式是雨。直径不小于0.5 mm的水滴落下来就形成雨。如果水滴更小，则被称为轻雾或毛毛雨。轻雾或毛毛雨一般是从雨层云中降落下来的。

雨夹雪 如果雨滴穿过低于0℃冰点的空气层，那么它们在下降过程中，雨滴就凝结成固态冰粒。如果冰粒的直径小于5 mm，称它为雨夹雪。

冻雨 有时，穿过近地面冷空气层的雨滴在空气中没有结冰，而是在接触到寒冷表面时才结成冰，称为冻雨。在冰暴过后，到处都覆盖着厚厚的冰层。冰层可以将树杈压倒在电线上，引起电力系统的坍塌。冻雨和雨夹雪还使人行道和公路变得滑溜而产生危险。

冰雹 直径大于5 mm的圆团冰块叫做雹子块。冰雹只有在雷阵雨时的积雨云层内形成。雹子块起初是位于云层寒冷区域内的冰团，云层中的强大上升气流携带着雹子块在寒冷地带上下搅动，每一次穿行都在雹子块表面形成一个新的冰层，使雹子块越来越大。当雹子块足够重时，就落到地面上。如果把雹子块切开，通常可以看到贝壳状的冰，就像洋葱一样层次分明。因为雹子块可以变得很大，所以它可能对庄稼、房屋和交通造成巨大的破坏。

雪 云层中的水汽可以直接凝结成冰晶，大量的冰晶堆积起来变成雪晶。雪晶的形状多种多样，但都是六面体或有六个分杈。雪花通常聚合在一起形成大雪团，因此六面体的雪晶很难看到。

☑ ***想一想*** ***雹子块是怎样形成的？***

测量降水

气象学家用雨量器来测量降水量。雨量器(rain gauge)是一个可以收集雨水的一端开口的容器或试管。用尺子量出水的高度，或直接读出容器上的刻度值就是降雨量。为了提高测量的精度，人们通常在雨量器的顶部安装一个漏斗，它可以收集相当于单独用一根试管收集水量的10倍，这样更容易读出容器中水的高度。当然实际降水量必须把这个数据除以10。

降雪量的测定可以用尺子直接量出雨量器中雪的高度，也可以测量雪融化后水的高度。一般来说，10 cm的雪和1 cm的雨的水量相当。当然，轻薄呈绒毛状的雪所含的水量要远远少于厚湿的雪所含的水量。



图2-20 雨量器用来测量降水量。
观察 *这个雨量器的测量试管内收集了多少雨水？*

增进技能

把一个漏斗放在一个狭长的直管玻璃瓶上，制成一个雨量器。以下是计算使用漏斗后能多收集到多少降水量的方法。

1. 首先，量出漏斗顶部的直径，把它平方。
   例如：$4 \times 4 = 16$。
2. 然后量出玻璃瓶的直径，把它平方。
   例如：$2 \times 2 = 4$。
3. 把第一个数据除以第二个数据。
   例如：$\frac{16}{4} = 4$。
4. 把玻璃瓶中水的深度除以第三步所得到的比值，就是雨水的实际深度。
   例如：$\frac{8\,\text{cm}}{4} = 2\,\text{cm}$。



图 2-21 图中的玉米因遭受了一场大旱而变得奄奄一息。
应用概念 *怎样运用云的催化来减轻干旱的影响?*

控制降水

在有些地区，有一段时期可能比平时干燥得多。这种长时间的不寻常低降水量叫做干旱(**drought**)。干旱带来巨大的灾害。例如，在美国中西部的种植区，有一年因干旱而摧毁了全部农作物，结果农民收入大幅度下降，食品价格昂贵。而在一些不发达地区，干旱将导致大规模的饥荒，甚至死亡。

与技术科学的综合 近几年来，科学家一直在尝试制造降水，最常用的方法是云的催化：将细小的干冰晶体(固体二氧化碳)和碘化银通过飞机洒到云层中。许多云中都含有低于0℃的超低温水滴，由于没有足够的冰晶赖以形成的颗粒物，所以这些水滴不会结冰。干冰使这些水滴进一步冷却，在没有颗粒物存在的条件下结成冰。

云的催化也被成功地用于清除飞机场的雾。干冰洒到雾中，形成冰晶体。这种做法可以除去部分雾。然而，云的催化只能清除冷雾，所以它在这方面的使用受到了限制。

第五节复习

1. 说出五种降水形式的名称。
2. 哪种仪器用来测量降水量?
3. 降水落到地面之前经过了哪些步骤?
4. 哪种云能产生冰雹?
5. **理性思维　应用概念** 如果把两个不同口径的开口罐头瓶放在雨中，它们的集水量之比是多少？水的深度之比是多少？

小课题

进度检查

现在你可以根据你收集数据绘制一幅折线图。从折线图中找出规律，并根据这些数据预测第二天的天气。比较你的预测和第二天的实际天气情况。你有信心预测天气吗?

SECTION 1 大气的能量

知识要点

- ◆ 太阳能以可见光、红外线辐射和紫外线辐射的形式传递到地球。
- ◆ 当地表被加热时，部分能量以长波辐射的形式辐射回大气。

关键术语

电磁波　紫外线辐射　辐射　散射
红外线辐射　温室效应

SECTION 2 热量传递

与物理学的综合

知识要点

- ◆ 物质分子的平均动能叫做热能。
- ◆ 在对流层中，热量通过辐射、传导和对流共同传递。

关键术语

热能　温度计　传导
温度　热量　对流

SECTION 3 风

知识要点



- ◆ 形成风的原因是气压差，而气压差是由地表受热不均造成的。
- ◆ 地表小范围内的受热不均形成局地风。
- ◆ 空气在赤道和两极之间的运动形成全球风。

关键术语

风　季风　风速表
全球风　风寒因素　科里奥利效应
局地风　纬度　海风　急流　陆风

SECTION 4 大气中的水

知识要点

- ◆ 空气中水汽的质量分数和它所能容纳的最大含水量之间的比值叫做相对湿度。相对湿度可以用干湿表来测量。
- ◆ 当空气中的水汽凝结成液态水或固态冰时，就形成了千姿百态的云。
- ◆ 气象学家把云分成三类：积云、层云、卷云。

关键术语

蒸发　露点　湿度　积云　相对湿度
层云　干湿表　卷云　冷凝

SECTION 5 降　水

知识要点

- ◆ 常见的降水主要包括：雨、雨夹雪、冻雨、冰雹和雪。
- ◆ 降雨量可以用雨量器来测量。
- ◆ 科学家通常用云的催化来产生降雨和去除飞机场的雾。



关键术语

降水　干旱　雨量器

相关网站

www.science-explorer.phschool.com

复习题

选择题

请选出最佳答案。

1. 太阳能到达地表的传递方式是______。
   a. 辐射　b. 对流
   c. 蒸发　d. 传导
2. 上升的暖空气传递热量的方式是______。
   a. 传导　b. 对流
   c. 辐射　d. 冷凝
3. 干湿表可以用来测量______。
   a. 降雨量　b. 相对湿度
   c. 温度　d. 湿度
4. 云的形成是因为空气中的水汽______。
   a. 受热　b. 传导
   c. 凝结　d. 蒸发
5. 雨、雨夹雪、冰雹是各种形式的______。
   a. 蒸发　b. 凝结
   c. 降水　d. 对流

判断题

如果下列命题正确，写“T”，反之，写“F”，并修改划线部分。

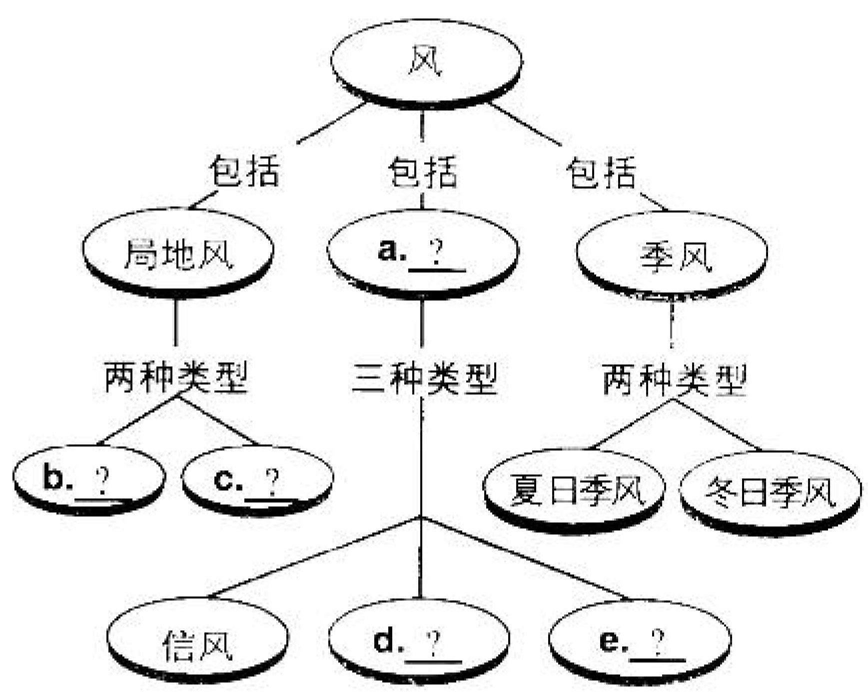
6. 红外线辐射和紫外线辐射是地表接收太阳能的主要形式。
7. 通过气体锁住大气热量的过程叫做风寒因素。
8. 液态水分子以水汽的形式进入大气的过程叫做蒸发。
9. 用于测量风速的仪器叫温度计。
10. 在近地面处形成的云叫做雾。

简述题

11. 温室效应是怎样形成的？它对地球上的大气有什么影响？
12. 在加热大气的过程中，主要的热量传递方式是什么？
13. 描述赤道上方的热空气和两极的冷空气是如何运动从而形成全球风的。
14. 为什么云总是在大气的高空，而不在近地面形成？
15. 分别描述雨夹雪、冰雹和雪的形成过程。
16. **小习作**　设想你是大海里的一滴水，用描述性语言写一篇你在水循环中的旅行日记。你是怎样变成云的？哪些条件使你以降水的形式落下来？

形象思维

17. **完图填空**　把这幅关于风的完图填空复制到纸上，然后完成填图，并加上一个标题。



应用技能

依据以下表格回答问题 18 ~ 21。

月平均降水量

月份	降水量	月份	降水量
1 月	1 cm	7 月	49 cm
2 月	1 cm	8 月	57 cm
3 月	1 cm	9 月	40 cm
4 月	2 cm	10 月	20 cm
5 月	25 cm	11 月	4 cm
6 月	52 cm	12 月	1 cm

18. 绘图 根据上表中的数据绘制一幅条形图来直观显示该地区每月的降水量。

19. 计算 该地区的年降水总量是多少？

20. 分类 这一年中，哪些月份可以归为“干燥”，哪些月份可以归为“湿润”？

21. 总结 在东南亚地区，降水期特征很明显。你认为这几个月发生特大降雨的主要原因是什么？

理性思维

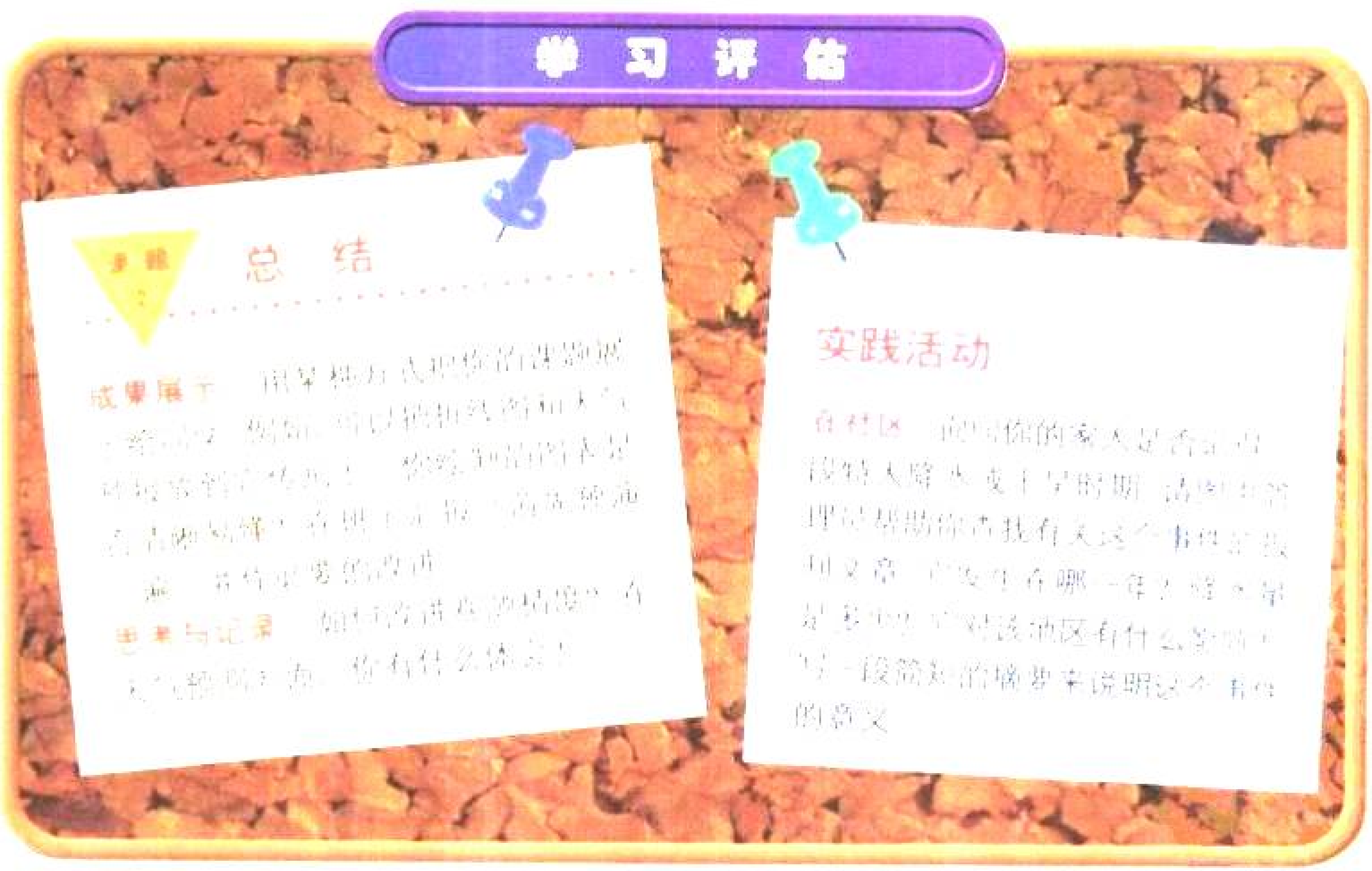
22. 因果关系 沿海城市夜间陆风形成的原因是什么？

23. 问题解决 如果干湿表上两枝温度计的读数相同，那么此时的相对湿度是多少？

24. 对比与比较 雾和冰雹有哪些相似之处？有什么区别？

25. 分类 把不同类型的云依据它们所对应的天气进行分类。

26. 因果关系 使全球风力增强的原因是什么？



第三章 天气形式



闪电撕裂了黑暗的天空。

主要内容

SECTION 1

不同密度的流体如何相互渗透

分类

SECTION 2

制造旋风

闪电的距离

追踪飓风

SECTION 3

洪水

洪水的成因

交流

课题 3

预测天气

若天空中乌云密布，不难看出一场暴风雨即将来临。在暴风雨到来之前，你不想了解有关暴风雨的知识吗？

在这一章中，你将学习天气的形式，如产生强雷暴的天气形式。在本章的学习过程中，你还将制作自己的天气预报，并把它与专家的天气预报相比较。

课题目标 对你所在的社区和另外两个地区进行天气预测。为了完成课题，你必须做到：

- 比较数天内同一时刻的天气图。
- 找出重复的天气形式。
- 通过图表来展示你的天气预测。

课题准备 先预习第四节的气象图和符号，然后收集当地报纸中的每日全国气象图和图上的符号，装入课题文件夹中。选择与你所在社区的距离及相距至少 1 000 km 的两个地区。

检查进度 在学习本章内容的过程中完成这个课题。为了确保课题的完成，根据以下几点检查进度。

第一节复习，第 82 页：收集气象图及各种天气形式。

第三节复习，第 98 页：预测第二天的天气。

第四节复习，第 105 页：将你的预报与专业天气预报，实际天气情况进行比较。

总结 在本章的最后(第 106 页)，提交气象图，并讨论你在预报天气方面所达到的程度。



SECTION 4

今天的天气如何

数据解析

读气象图

SECTION 1 气团和锋

探 索

活 动

不同密度的流体如何相互渗透

1. 系上围裙，在塑料盒的中间插一块纸板，把塑料盒分成两部分。



2. 在1 L温水中加入几滴红色食物色素，然后把红色液体倒入塑料盒中纸板的一边，代表低密度的暖空气。
3. 在1 L冷水中加入大约100mL 食盐水和几滴蓝色食物色素，然后把蓝色液体倒入塑料盒中纸板的另一边，代表高密度的冷空气。
4. 想像一下，拔掉纸板后会出现什么现象？
5. 现在迅速拔掉纸板，仔细观察塑料盒中的液体。液体有什么变化？

思考

构想假说 依据这个现象，写一份设想报告，描述冷气团与暖气团相遇时会发生的情况。

阅读指南

- 影响北美洲天气的气团类型主要有哪些类型？
- 锋面的主要类型有哪些？
- 什么是气旋？什么是反气旋？

阅读提示 在阅读本节内容之前，用标题拟一个关于气团和锋的纲要，并在阅读时把详细内容填入其中的空白处。

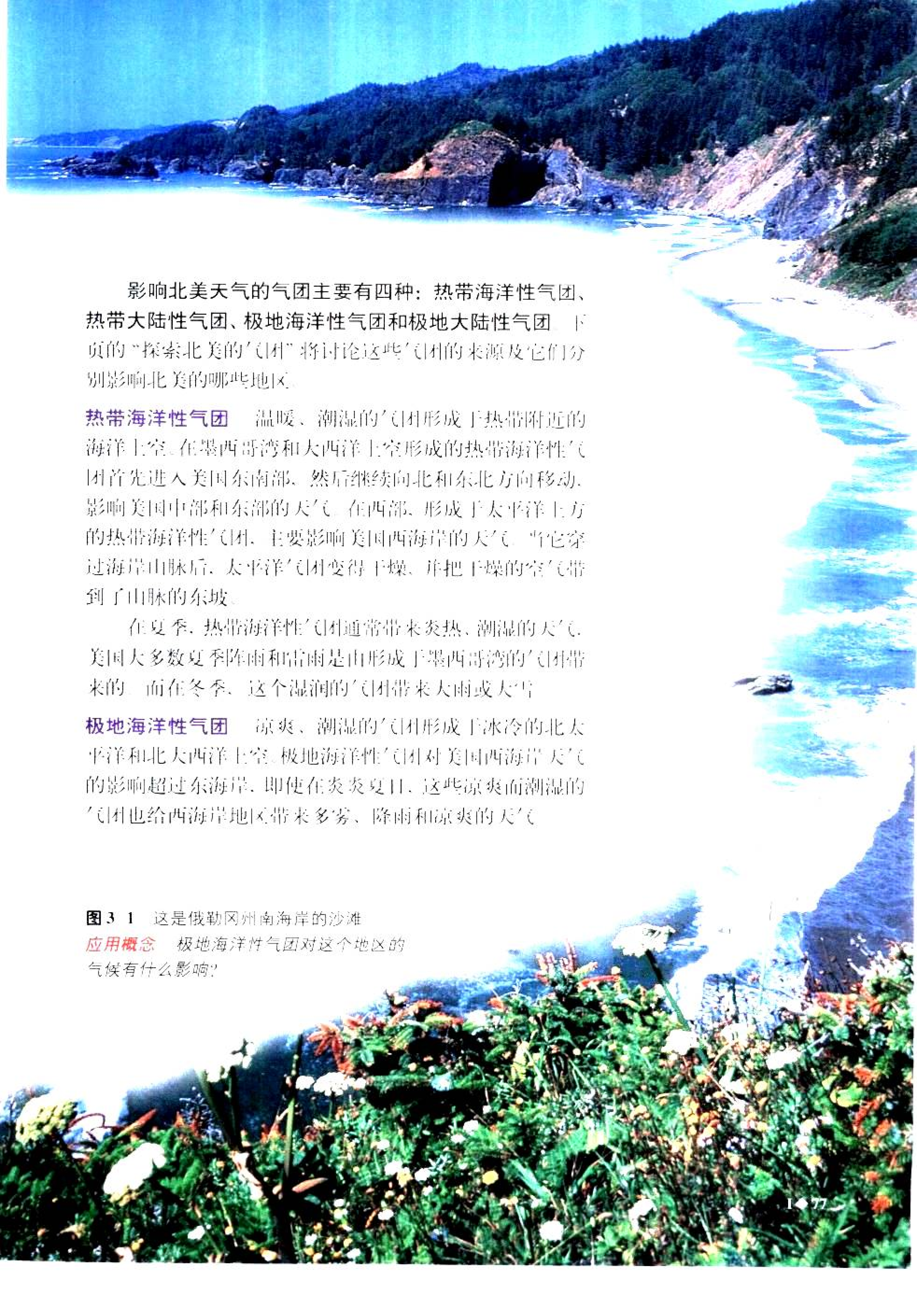
在电视新闻过后，我们常会听到这样的天气预报：“一股强大的北极冷气团正朝我们这边移动，预计未来几天内将出现冰冻。”今天的天气正受到几千千米之外，可能是加拿大或者加勒比海的空气的影响。**气团(air mass)**是指温度、湿度、气压等物理属性比较均匀、相似的大团空气。气团一般很大，一个单体气团可水平延伸上百万平方千米、垂直高达10千米。

气团的种类

科学家根据气团的温度和湿度两个特征来分类，一个气团属于冷气团还是暖气团取决于该气团形成地区的温度。**热带(tropical)**气团，或暖气团，形成于热带低气压地区，而**极地(polar)**气团，或冷气团，形成于北纬50°以北、南纬50°以南的区域，它的气压很高。

一个气团属于潮湿气团还是干燥气团取决于这个气团是在水面上，还是在陆地上形成的。**海洋性(maritime)**气团形成于大洋上方，由于海水的蒸发，空气变得很潮湿。而**大陆性(continental)**气团形成于内陆上方，空气比较干燥。





影响北美天气的气团主要有四种：热带海洋性气团、热带大陆性气团、极地海洋性气团和极地大陆性气团。下页的"探索北美的气团"将讨论这些气团的来源及它们分别影响北美的哪些地区。

热带海洋性气团　温暖、潮湿的气团形成于热带附近的海洋上空。在墨西哥湾和大西洋上空形成的热带海洋性气团首先进入美国东南部，然后继续向北和东北方向移动，影响美国中部和东部的天气。在西部，形成于太平洋上方的热带海洋性气团，主要影响美国西海岸的天气。当它穿过海岸山脉后，太平洋气团变得干燥，并把干燥的空气带到了山脉的东坡。

在夏季，热带海洋性气团通常带来炎热、潮湿的天气。美国大多数夏季阵雨和雷雨是由形成于墨西哥湾的气团带来的。而在冬季，这个湿润的气团带来大雨或大雪。

极地海洋性气团　凉爽、潮湿的气团形成于冰冷的北太平洋和北大西洋上空。极地海洋性气团对美国西海岸天气的影响超过东海岸。即使在炎炎夏日，这些凉爽而潮湿的气团也给西海岸地区带来多雾、降雨和凉爽的天气。

图3-1　这是俄勒冈州南海岸的沙滩

应用概念　*极地海洋性气团对这个地区的气候有什么影响?*

探索 北美的气团

气团可以分为冷气团和暖气团，也可以分为潮湿气团和干燥气团。气团进入某个地区后，将改变那里的天气。



热带大陆性气团　炎热、干燥的气团，形成于夏季墨西哥西南部和北部的干燥地区上空。热带大陆性气团控制的面积比其他气团要小，它们偶尔向东北移动，给南部大平原带来炎热而干燥的天气。

极地大陆性气团　强大的极地大陆性气团形成于加拿大中部、北部以及阿拉斯加地区。极地大陆性气团形成于北极圈附近，极其干冷。受其影响，北美大部分地区的冬季是寒冷、干燥、晴朗的天气。在夏天，极地大陆性气团向南移动，和向北移动的热带海洋性气团相遇，就形成了暴雨。

☑ ***想一想　极地大陆性气团来自哪里？***

影响美国天气的气团

我们知道，盛行西风带是美国大陆主要的风带。盛行西风带把气团从西往东推进。例如，来自太平洋的极地海洋性气团被吹向西海岸，带来了暴雨和大雪。而来自加拿大中部的极地大陆性气团进入美国落矶山脉和五大湖之间，这些干燥寒冷的气团接着又向东移动，影响美国中部和东部的天气。

锋

当两个巨大的气团越过大陆和海洋相遇时，它们通常只是互相交汇，不会轻易混合。为什么？这种情况就像把油和醋倒在一起，密度较小的油总是浮在密度较大的醋的上面。

两个不同温度和密度的气团相遇而不相混合的地区形成一个**锋面 (front)**。“锋”这个词汇借用了军事语言，意思是敌对双方相遇作战的地区。当两个气团在锋面相遇时，它们的相互碰撞带来了风暴和变化不定的天气。一个锋面可以有15 ~ 200 km宽，10 km高，一直到达对流层。

锋有四种类型：冷锋、暖锋、静止锋和锢囚锋。形成哪种锋主要取决于气团的特征和运动方式。想一想，各种锋对你所在地的天气有什么影响？

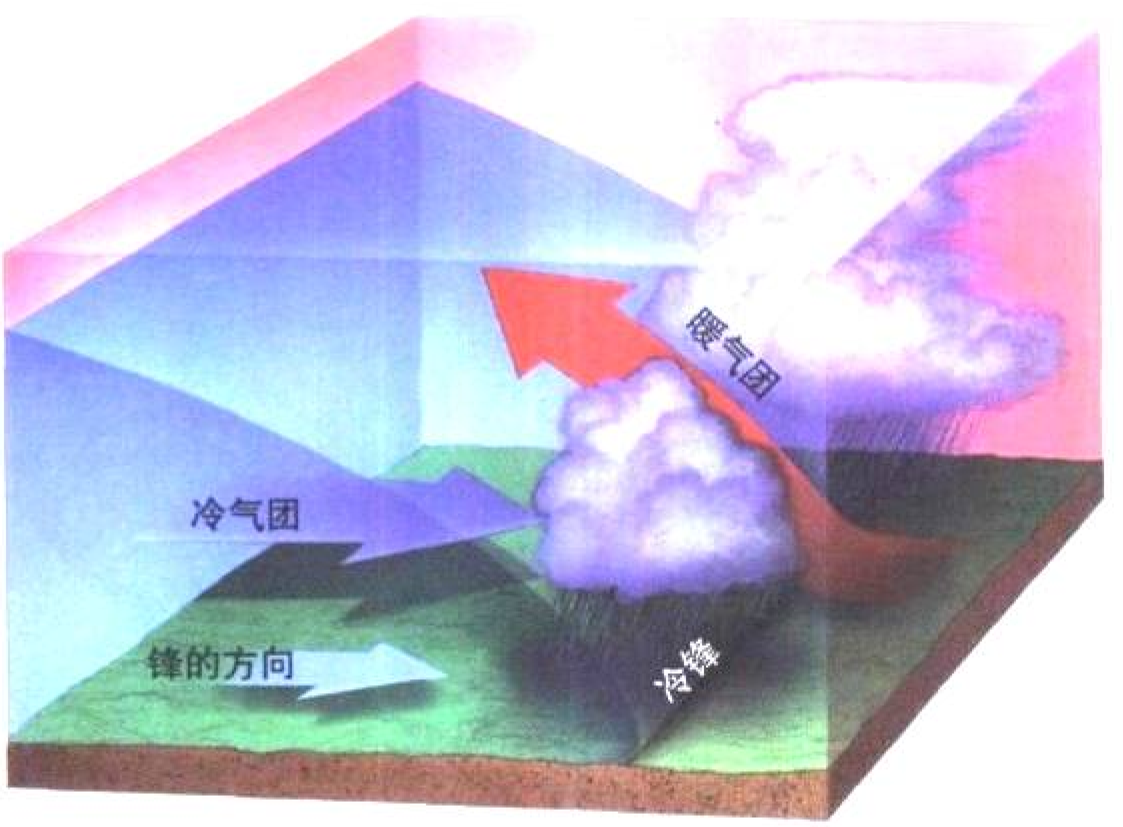


图3-2 冷气团向暖气团下方运动，迫使暖气团抬升，从而形成冷锋。

冷锋 众所周知，冷空气密度大，往下沉；暖空气密度小，向上升。当快速运动的冷气团冲向缓慢运动的暖气团时，较沉的冷空气滑到较轻的暖空气下面，暖空气被迫抬升，这样形成的锋叫做冷锋。如图 3-2 所示。

暖空气在上升的过程中逐渐冷却。我们知道，暖空气能比冷空气携带更多的水汽。上升的暖空气很快达到露点，就形成了云。如果暖空气中含有大量的水汽，那么可能会下大雨或大雪。如果暖气团中只含少量水汽，那么在冷锋面形成多云天气。

冷锋移动的速度很快，所以它会导致突发性的天气变化，包括狂嘶怒吼的雷雨。冷锋过后，因为移入了凉爽、干燥的空气，于是天气晴朗，气温降低。

暖锋 当暖气团遇到一个移动缓慢的冷气团时，就形成暖锋。暖锋伴随的天气通常是多云、风暴和降雨。因为冷空气比暖空气的密度大，暖空气就爬到冷空气上方。如图 3-3 所示。如果暖空气是潮湿的，那么沿着它们相遇的锋面就会有阵雨或小雨。如果暖空气很干燥，则形成分散的云朵。因为暖锋移动的速度比冷锋慢，因此可能会连续几天下雨或发雾。暖锋过后，天气变得暖和、潮湿。在冬季，暖锋会带来降雪。

图3-3 暖气团移到冷气团上方，形成暖锋。
图解 *暖锋面将形成什么天气？*

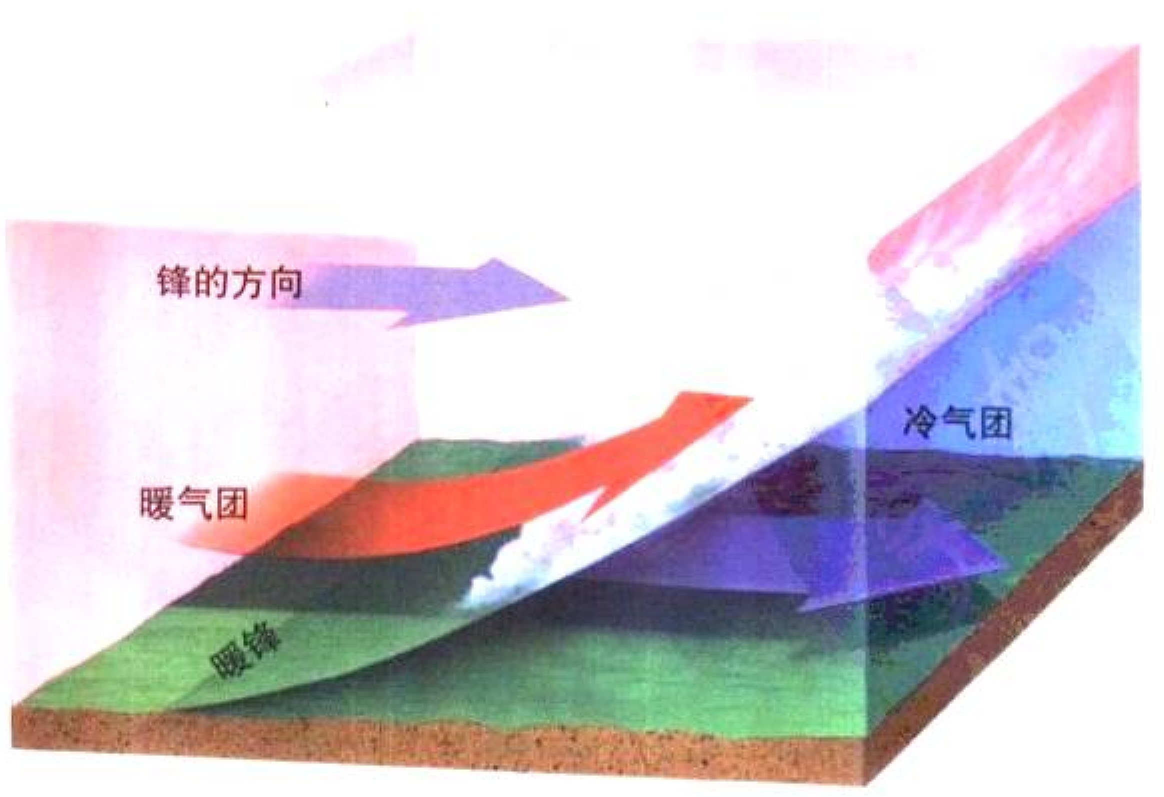




图3-4 两个冷气团相遇，迫使夹在中间的暖气团上升，形成锢囚锋。

静止锋 有时候暖气团和冷气团相遇，没有一方有足够的力量使另一方移动，两个气团便僵持在一起。这种情况下形成的锋称为静止锋。冷暖气团相遇的地方，暖空气中的水汽凝结成雨、雪、雾或云。如果静止锋在一个地区停止不前，会带来连续的多云雨天气。

锢囚锋 如图 3-4 所示，最复杂的天气形成于锢囚锋面上。两个冷气团把一个暖气团夹在中间，密度大的冷气团在较轻的暖气团下方运动，并把暖气团向上推。两个冷气团相遇并可能混合，于是近地面温度降低。暖气团与地面之间被阻隔，也叫**锢囚 (occluded)**。当暖气团变冷，水汽发生冷凝时，就转变成多云、下雨或下雪天气。

***想一想* 两个气团相遇时，如果任何一方都不能移动，那么形成什么锋？**

气旋和反气旋

我们看到气象图上有些位置标注着“L”。L 是“低”的英文缩写，表示这个地区的气压相对较低。低气压空气的旋涡中心称为**气旋 (cyclone)**，英文词汇出自希腊语，意思是“轮子”。

当气旋中心的暖空气上升时，气压降低，附近高气压地区的冷空气就向这个低压地区移动，风从四周吹来，由于北半球的科里奥利效应，风向向右偏转。所以北半球气旋的风向是逆时针旋转的，如图 3-5 所示。

增进技能

分类 活动

在家观看电视天气预报。记录气象预报员提到的锋，并进行分类(冷锋、暖锋、静止锋或锢囚锋)。预计这些锋将带来什么天气。各种锋伴随的天气总是相同吗？

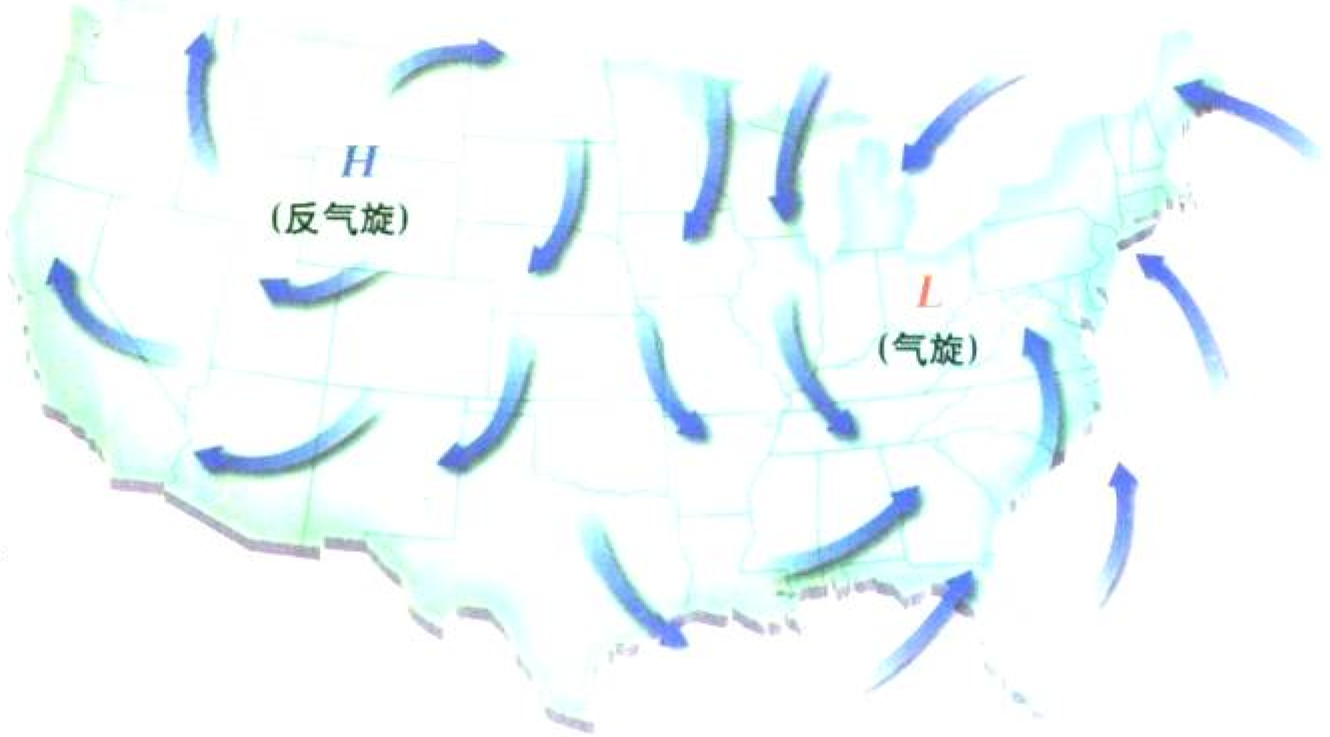


图 3-5 北半球气旋的风向是逆时针旋转的。
图解 *反气旋的风向如何旋转?*

气旋对美国的天气影响很大。当空气在气旋中上升并逐渐冷却，就形成云或降雨。**气旋和气压下降常伴随风暴和降雨天气。**

正如名字给我们的提示，反气旋和气旋在大多数情况下刚好相反。**反气旋(anticyclone)** 也称为“高压区”——在气象图上用“H”表示，是干燥空气的高压中心。风从反气旋中心吹向低气压区，由于科里奥利效应，北半球的反气旋的风向是顺时针旋转的。空气从反气旋中心向外扩散，于是冷空气从高处向下运动，并在下降过程中，温度升高，相对湿度减小。因此反气旋中下沉的空气将使天气变得干燥、晴朗。

第一节复习

1. 气团通常按哪两个主要特征进行分类?
2. 什么是锋? 说出四种锋的名称，并分别加以描述。
3. 什么是气旋? 它会带来什么样的天气?
4. 为什么极地海洋性气团对美国西海岸天气的影响超过东海岸?
5. **理性思维　分类**　根据气团的潮湿和干燥，把它们分成四种主要类型。

课题 2

检查进度

收集约一星期报纸上的气象图，按序排列。仔细观察地图上标注的符号是如何移动的，各种天气因素都伴随什么天气形式? 你所在社区的天气与你选择的另两个地点的天气有什么不同?

SECTION 2 风 暴

探 索 ······ 活 动



制造旋风

1. 在一个大塑料广口瓶中倒入$\frac{3}{4}$的水，加入一滴洗洁液，一个硬币或一块大理石。
2. 盖紧瓶盖。绕圈转动瓶子，直到里面的水也跟着旋转起来。

思考

观察 广口瓶里的水有什么现象？它像旋风吗？

1998年初，一系列强烈风暴席卷了佛罗里达州中部，风速高达每时336千米，旋风把汽车甩进住房，挤弯铁轨，毁坏了很多建筑。这是袭击佛罗里达州最致命的一次旋风。而在那一年，旋风不是惟一的恶劣天气，另一个致命的灾害性天气是暴雨。据记载，降雨带来了严重的洪水和泥石流。

是什么导致了这些灾难呢？气象学家给出的答案是：厄尔尼诺。厄尔尼诺是与热带太平洋水温有关的天气现象。太平洋水温的升高，将引发一系列变化，甚至能影响半个地球的天气。

你曾经经历过旋风、飓风或其他猛烈的风暴吗？在大雨倾盆，雷声轰鸣，或者积雪深积的天气里，人们也许没有想到这是气团和气压所为。而气团和气压正是形成严重风暴的原因。

风暴(storm)是扰乱大气运动的重要因素，它能使气压瞬间改变，使空气急速运动。在同一地区，形成一种风暴的因素通常也可以形成其他种类的风暴。例如，形成雷暴雨的天气条件也能形成旋风。

阅读指南

- 风暴主要有哪些类型？它们是怎么形成的？
- 为确保安全，在风暴中应该采取什么措施？

阅读提示 在阅读过程中制作一张比较雷雨、旋风、飓风、暴风雪等天气情况的表格，应包括温度、降水量和安全规则等内容。



图3-6 1998年，在佛罗里达州和美国东南部部分地区，旋风造成了毁灭性的破坏。



图 3-7 如图是典型的砧状积雨云，常形成雷阵雨。
应用概念 *为什么积雨云通常沿着冷锋形成？*

雷雨

你觉得雷雨很可怕，还是很有趣，还是两者兼而有之？面对电闪雷鸣，你也许会困惑：雷雨是怎样形成的？

雷雨的形成 雷雨是伴有雷声和闪电的暴雨。**雷雨是在巨大的积雨云或雷雨云砧中形成的。**大多数积雨云和雷雨是暖气团在冷峰面上被迫抬升的过程中形成的。在春夏交替的午后，如果天气潮湿闷热，也容易形成积雨云。这是因为温暖潮湿的空气迅速上升，空气中的水汽因冷却而凝结成雷雨云砧，随即大雨倾盆而下，有时甚至还伴有冰雹。

雷雨时，云层中同时产生强烈的向上和向下的风——上升气流和下沉气流。当下沉气流撞击地面时，空气四处飞散，产生突发性强风，称为“剪刀风”。剪刀风已造成多起空难事故，因为飞机在起降过程中遭遇剪刀风。

闪电和打雷 在雷雨形成过程中，云层中的正电荷和负电荷积聚起来。当这些积聚电荷在云层之间或云层和地面之间突然释放出来时，就会产生剧烈的电火花，这就是**闪电(lightning)**。如果你在干燥的日子里触摸金属物体，有时会有触电的感觉，其实闪电与之相似，只是程度更激烈一些罢了。

雷又是怎样产生的呢？闪电时所释放的能量可以将周围的空气迅速加热到30 000℃，比太阳表面的温度高得多。这些被迅速加热的空气突然膨胀并四处扩散，雷就是空气爆炸的声音。因为光的传播速度比声音快，所以人们通常先看到闪电，后听到雷声。

试一试

闪电的距离 活动

因为光传播的速度比声音快，所以人们通常先看到闪电，后听到雷声。下面是计算雷的距离的方法。

注意：*本活动只限于室内进行！*

1. 数出你刚看到闪电到听到雷声间隔的秒数。
2. 把秒数除以3，得到以千米为单位的距离，如 $\frac{15\text{s}}{3\text{s/km}}=5\text{km}$。

计算 等待另一次闪电，再重复以上步骤。雷雨与你的距离缩短了吗？

雷雨的安全法则 如果闪电击中地面，火热的、膨胀的空气能劈断树干，点燃森林。若闪电击中人畜，就像被强大的电流击中一样，人畜将失去知觉、严重烧伤，甚至心跳停止。

与健康科学的综合

如果在户外遇到雷雨，你应当采取哪些安全措施？**当遇到雷雨时，应避免接触金属物体，因为它们能把电导入你的体内**。闪电通常击中周围最高的物体，如树、房子、旗杆等。为了保护建筑免受雷击，人们在屋顶的最高处安装了金属的避雷针。避雷针能接收闪电，并把电流安全地传到地面。

如果雷雨时，人站在空旷的平地上是很危险的，因为在那儿人是最高的。躲在大树下面也很危险，因为闪电将同时击中树和你。因此你应该寻找一个没有树、栅栏、柱子，地势较低的地方，采取低头弯腰蹲伏的姿势。如果你正在游泳，或在小船上，那么你应该设法立即离开水面，躲到安全的地方。

如果雷雨时，你正在室内，不要接触电话、电器设备、管道装置和所有能把电导入房内的物体。在雷雨中，躲在硬顶的汽车中通常是很安全的，因为电流会沿着车的金属表面传到地面。当然，千万不要接触车内任何金属物体。

想一想　为什么闪电很危险？

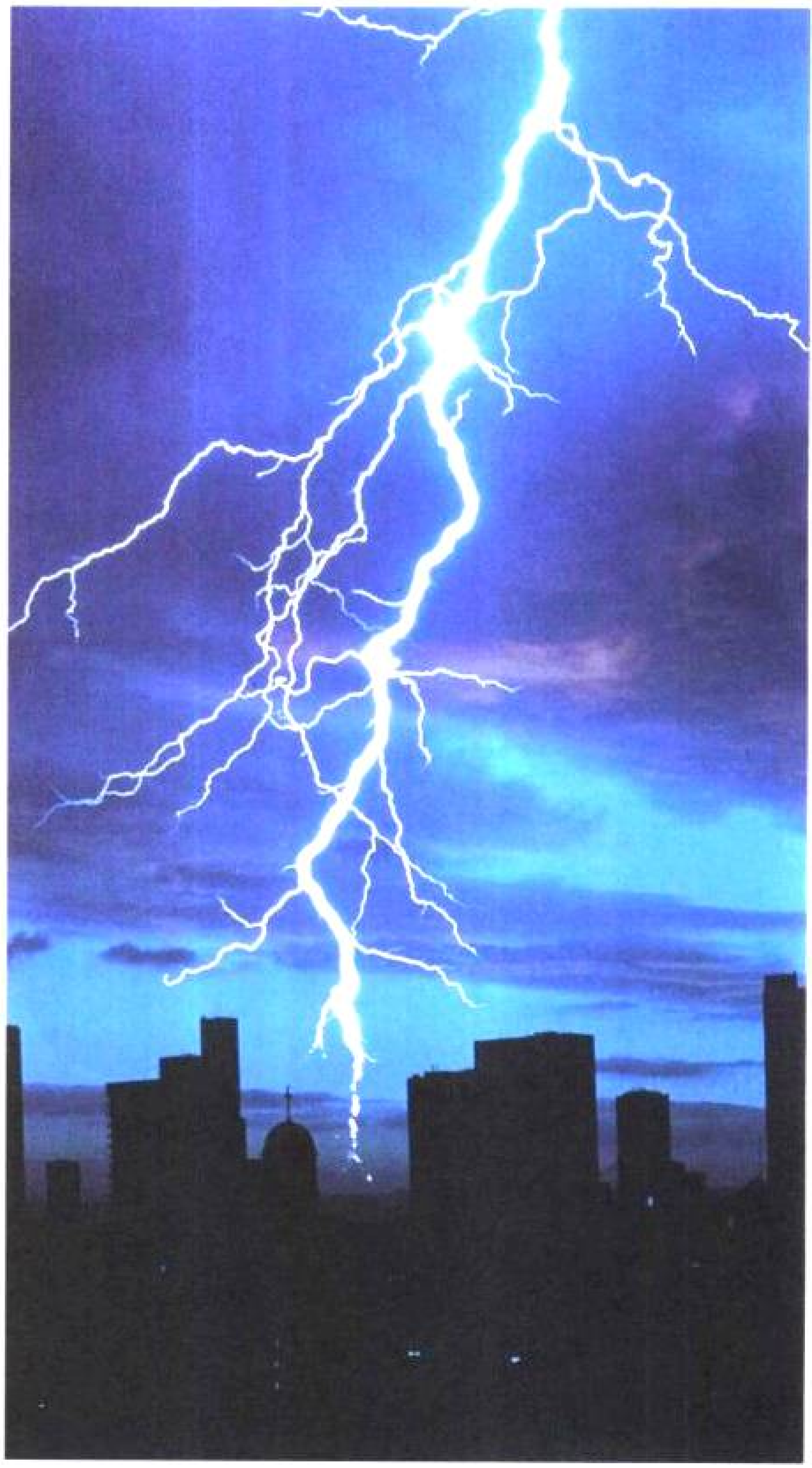


图 3-8　当云层之间或云层和地面之间的电荷被激发时，就发生闪电。

旋风

旋风是最恐怖、破坏力最强的一种风暴。**旋风 (tornado)** 其实是一种飞速旋转，外形如漏斗状，从风暴云内旋转而下袭击地球表面的强风。如果旋风发生在湖泊或洋面上，称为海龙卷。旋风通常很短暂，它与地表接触的时间可能只有十几分钟，或更少，影响面也不过方圆数百米，但却是致命的，其风速可达 480 千米／时。

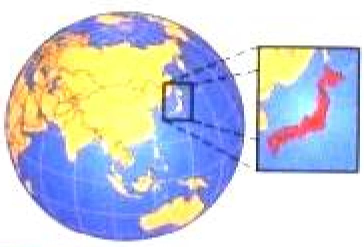
旋风的形成 **旋风形成于低而厚重的积雨云中，积雨云也能形成雷雨**。旋风发生的天气条件和雷雨相似，通常发生在春天和初夏比较暖和的午后。美国的大平原具备产生旋风的条件：来自墨西哥湾的暖湿气团向北移入较低的大平原，从加拿大过来的干冷气团向南移动。当它们相遇时，冷气团潜到暖气团下面，暖气团被抬升，一个大范围的雷雨风暴面就形成了，产生的风暴由西南向东北方向运动。单个风暴面可以形成10个或更多的旋风。

美国每年大约有800个旋风，频率高于世界其他国家。大平原的天气形式导致在这个区域形成一个“旋风走廊”，从德克萨斯州中北部一直穿过俄克拉萨马州中部、

科学与历史

改写历史的风暴

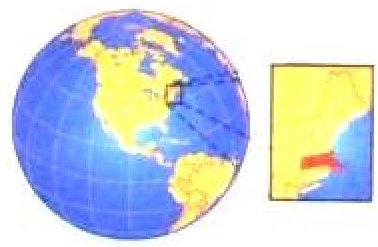
不曾预料的风暴带来了令人难以置信的毁坏，所到之处无不摧枯拉朽，甚至改变了历史的进程。



1281年　日本

中国元朝皇帝忽必烈率领一支强大的舰队远征日本。太平洋上的飓风掀起巨大的风浪，淹没了整个舰队。日本人把这个风暴命名为“卡密卡兹”，意思是“神风”。





1620年　马萨诸塞州

英国清教徒乘坐“五月之花”号轮船驶往美洲。他们本来打算在哈得逊河河口附近靠岸，但是由于巨大的波浪和风暴，不得不掉头向北航行。这些移民在更北的地方登陆，并决定在那里生活，建立了普利茅斯殖民地。

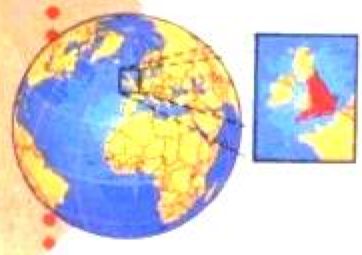
1300　1400　1500　1600



1588年

英格兰

西班牙菲利普二世率领130艘战舰组成的西班牙无敌舰队入侵英格兰。英吉利海峡的强风把无敌舰队困在了岸边，只有少数船只得以逃离，大多数被风暴摧毁。



堪萨斯州和内布拉斯加州，如图3-9所示。但实际上，旋风几乎在美国每个地区都发生过。

想一想　旋风在哪里形成？

旋风的安全法则　旋风能摧毁、夷平一条街道的房子，而邻近的建筑却完好无损。旋风的破坏力在于超强风暴和飞舞的瓦砾残骸。旋风内部的低气压将尘土以及其他各种东西吸进“漏斗”。旋风甚至能卷起巨大的物体——屋棚、拖车、小汽车——把残骸抛散到数千米之外的地方。

与健康科学的综合

有一次，旋风把俄克拉萨马州布伦克堡的一个汽车旅馆招牌扔到了50千米之外的阿肯色州！

阅读DIY

在人类能利用仪器设备科学地预测天气之前，历史上发生过很多天灾。选择年限表上的一个事件，写一篇短文，描述如果当时的人们掌握了准确的天气预报，历史将怎样改写。



1870年

五大湖地区

1869年，五大湖地区有1900多只船只在风暴中沉没，这一事件促使美国国会决定建立国家天气服务机构和天气信号特种部队。1891年，发布天气警告和天气预报的工作由一个新的机构——美国气象局负责。



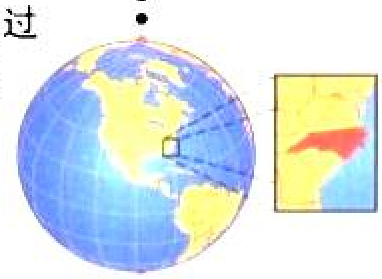
1700　1800　1900



1837年

北卡罗来纳

一艘名为“家”的轮船在北卡罗来纳奥克拉科克的一次飓风中沉没。在这起海难中，90人死亡。为此，美国国会通过一项法律，要求海运船只承担每位乘客的人身安全责任。



1915年

德克萨斯州

1900年，飓风袭击港口城市加尔维斯敦，造成6000人丧生，城市的大部分设施被摧毁。此后，在这里建造了一堵高5米，长16千米的海墙。1915年，当飓风再次刮过这个城市时，海墙大大减少了飓风的破坏力。





图3-9 旋风所过之境，无坚不摧。地图中红色区域是美国最有可能发生旋风的地方。

图解 *哪些州的部分地区位于“旋风走廊”上？*

如果你所在地区将有旋风，你该怎么办？“旋风监测”是对一个地区可能发生旋风的通告。如果旋风已经在上空或被气象雷达监测到时有关部门发出的通告叫“旋风警报”。当你听到旋风警报时，必须尽快转移到安全的地区。千万不要等到亲眼看到旋风才开始撤离！

躲避旋风最安全的地方是结构坚固的建筑物的地下室。如果你所在的房屋没有地下室，应该躲在底层的中间，远离易被破坏的门和窗。你也可以躺在坚固家具下面的地板上，例如一张大桌子。如果你正在户外或在小汽车中，应迅速撤到固定建筑物中，或平躺在排水沟里。

☑ ***想一想*** ***“旋风监测”和“旋风警报”有什么区别？***

飓风

6月至11月，居住在美国东部的人们常听到这样的天气预报：“佛罗里达到北卡罗来纳的大西洋海岸的飓风警报：‘麦克’飓风的风速达160千米/时，目前正以65千米/时的速度向北移动。”**飓风(hurricane)**是风速大于119千米/时的热带风暴，典型的飓风横跨大约600千米。

在太平洋、印度洋上也会发生飓风。在西太平洋，飓风也叫台风。飓风虽然具有破坏性，但它给南亚和东南亚地区带来了非常需要的降雨。

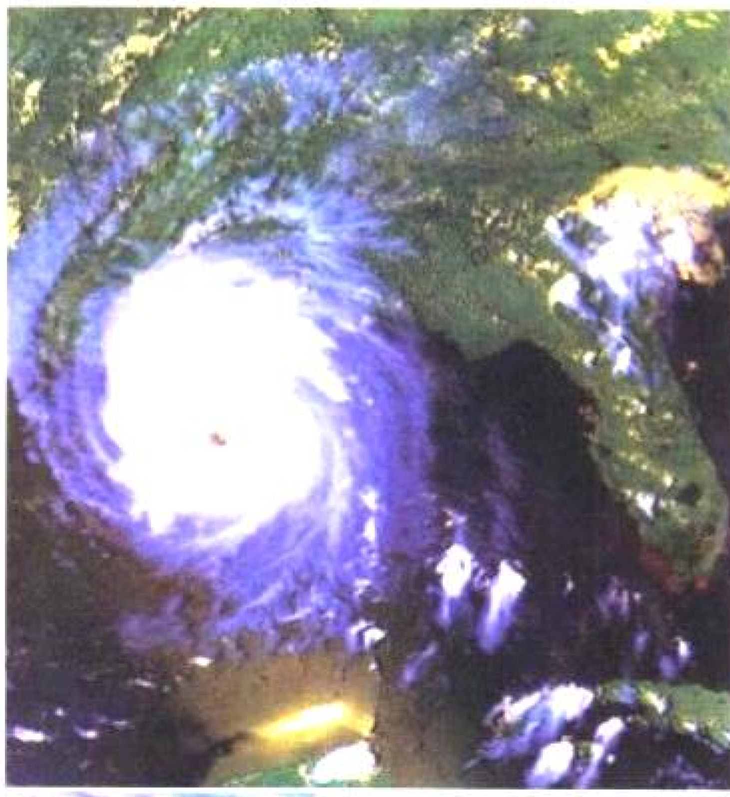
飓风的形成 袭击美国的典型飓风形成于赤道以北的大西洋，一般在8月、9月、10月三个月。**飓风形成前是形成于热带洋面上的热带低压，也被称为热带天气的扰乱者**。如果这“扰乱者”变大变强，就升级为热带风暴，接着可能变成飓风。

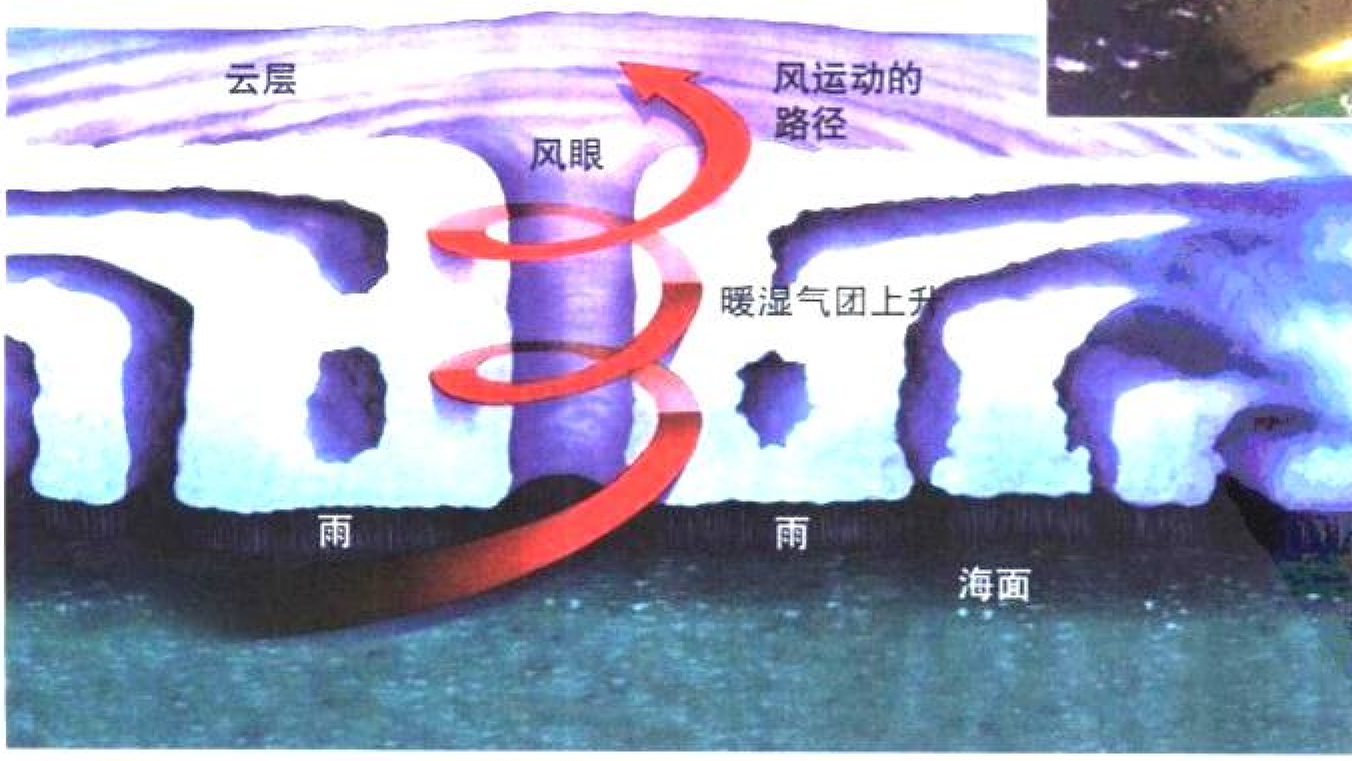
飓风的能量来自大洋表面的暖湿气团。与其他风暴的形成过程类似，热而湿的空气上升，气压变低。周围的空气不断补充这个低压区域。受科里奥利效应的影响，补充的空气盘旋着靠近飓风中心。飓风中心的气压最低，温度最高，并且风暴中心的气压越低，吹向中心的风速就越快。飓风的风速可达320千米／时。

飓风的风眼 如图3-10所示，飓风中心是一个环绕着“风眼”旋转的环状的云。如果你正处于飓风经过的路径上，你会发现随着“风眼”的临近，风力加强。而当“风眼”到达时，天气会突然改变——风变小了，天放晴了。到“风眼”离开后，风暴又从相反方向卷土重来。

飓风是怎么运动的 飓风持续的时间比其他风暴更长，通常在一周或一周以上。形成于大西洋的飓风受吹向加勒比海岛屿和美国东南部的东信风控制。当飓风经过陆地后，暖湿气团不再提供能量，结果风力慢慢减弱，但是仍可能会持续数天的大雨天气。

图3-10 在飓风内部，空气围绕着被称为风眼的低压区急速旋转。
观察 *在这张照片中，飓风的风眼在哪里？*





形象艺术

链接

天气和风暴是艺术家最喜爱的题材，油画“雪暴”是英国艺术家J.M.W.特纳(1775～1851)的作品。为了表达一种心情或感受，艺术家选择了特定的颜色和结构。特纳想表现怎样一种情感？他选择的颜色怎样夸大表现了画家的意图？天空、海面的构成是如何烘托这种情感的？

阅读DIY

写一两段关于这幅油画所表现的心境的短文，并描述你对这种风浪的感受。在写之前，先记下那些描述看、听、触摸、尝、嗅等的词汇，与同伴交流。

飓风的危害 飓风上岸，会带来巨大的波浪和严重的洪水，其破坏性与风暴一样。飓风的威力能把树连根拔起，摧毁建筑物，破坏电力系统，淹没街道。

飓风最危险的一个特征是风暴波浪。大洋上的飓风能掀起6米高的巨浪，这就是**风暴波浪(storm surge)**。当飓风登陆时，滔天巨浪跟随上岸，这“圆顶”状的巨浪将横扫海岸线，舟覆屋毁。

飓风的安全法则 直到20世纪50年代以前，人们对突发性飓风的警报几乎还是零。随着通讯技术和卫星跟踪技术的发展，飓风对人类的危害逐渐减少，现在人们已能准确地预报飓风。

与健康科学的综合

“飓风监测”是对某个地区36小时内可能出现飓风的通告。这时人们应做好**撤离(evacuate)**或暂时搬走的准备。

“飓风警报”是预期24时内出现飓风的通告。**如果听到飓风警报并被要求撤离，请迅速离开这个地区**。如果你不能撤离，应呆在房间里，远离窗户。

☑ ***想一想 什么是风暴波浪？***

冬季风暴

北美的冬天经常降水，主要是雪。当**潮湿空气的温度低于0℃，就有飘雪的可能**。如果雪量很大，就形成雪暴。雪暴能阻塞交通，雪暴的严寒还将毁坏庄稼、使水管冻结甚至破裂。



图3-11 英国艺术家J.M.W.特纳1842年的作品“雪暴”。

湖面效应降雪 纽约州北部地区的布法罗和罗切斯特是美国降雪最多的城市，每年冬季的平均降雪量达3 m。为什么这两个城市的降雪量这么大?

如图3-12，布法罗位于伊利湖的东边，罗切斯特位于安大略湖的南边。在秋冬时节，湖边地面温度的下降速度比湖水要快得多，因此，虽然湖水很冷，但温度仍然比周围的地面和空气高很多。当来自加拿大中部的干冷气团向东南穿越五大湖，气团就充盈着水汽和热量。一旦该气团到达湖的另一岸，空气上升并再次冷却，水汽凝结，于是湖周边40 km的范围内就发生降雪。

五大湖区雪带

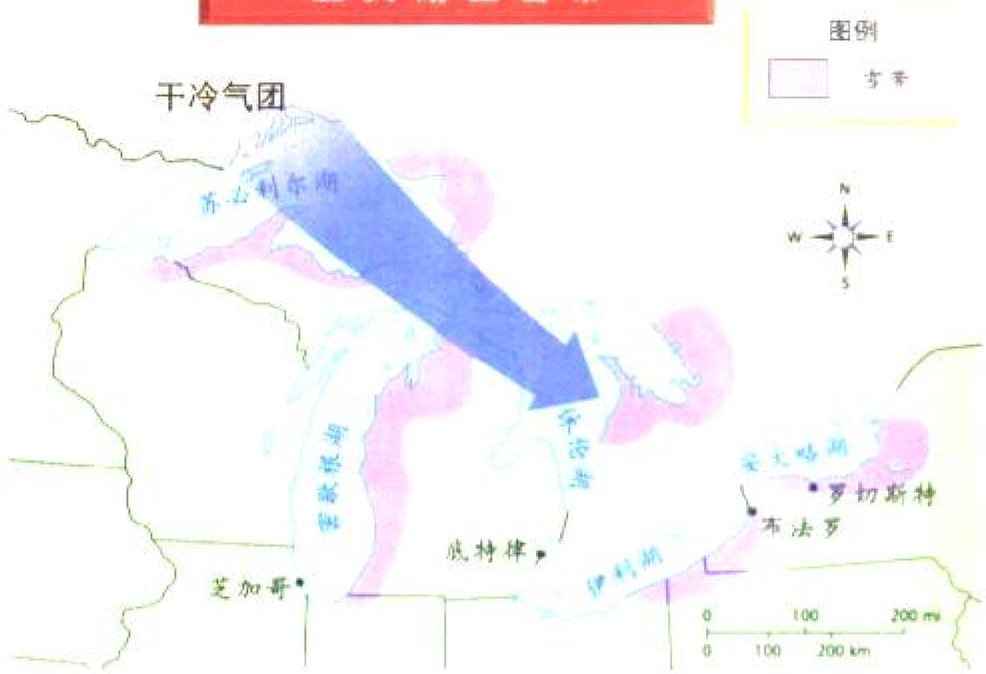


图3-12 干冷气团穿过温暖的水面，带走大量水汽。当空气到达对岸并冷却时，就形成湖面效应降雪。
图解 *哪两个城市的降雪量最大?*

雪暴的安全法则 设想在雪暴天气，狂风怒吼，积雪满天飞。这时外出非常危险，因为迷漫的风雪容易使人迷路，严寒使体温迅速下降。**如果你在户外遭遇雪暴，应设法躲避寒风。**用衣服掩盖身体裸露的部分，并保持干燥。如果你正在车中，务必开动发动机，以免排气管被雪堵塞。

与健康科学的综合

第二节复习

1. 产生雷雨和旋风的最相似的天气条件是什么?
2. 袭击美国的飓风通常的路径是哪条?
3. 若天气预报说你所在的地区有旋风，你应当采取哪些安全措施? 飓风呢?
4. **理性思维 应用概念** 冬天，当来自太平洋的湿冷气团穿过寒冷的阿拉斯加南部陆地时，可能形成哪种风暴?

身边的科学

访问曾经历过强烈风暴的家人或邻居。谈话之前，先列出你将提出的问题，比如，风暴发生时他的年龄，风暴发生的时间和地点等。用问答的形式记下谈话，并在开头附上一小段介绍文字。

科学生涯

追踪飓风

飓风警报！假如你在国家飓风中心工作，你的任务是追踪飓风的路径，预测飓风可能登陆的时间和地点，并决定是否应通知居住在那里的居民撤离。



问题

怎样预测飓风登陆的时间和地点？

技能

分析数据，预测

材料

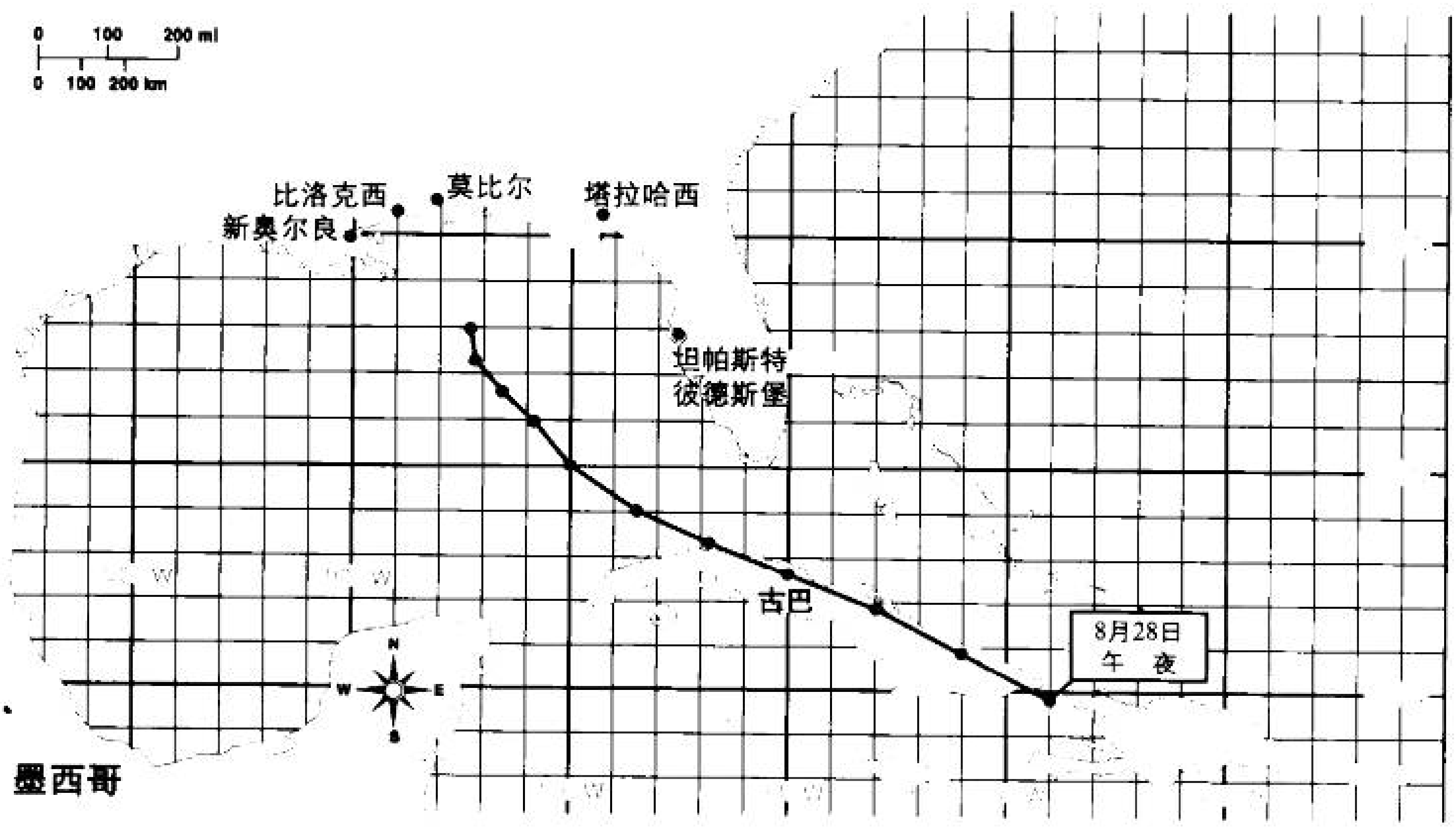
直尺

红色、蓝色、绿色和棕色铅笔

方格纸

步骤

1. 观察地图上的飓风路径。每个点表示间隔 6 小时飓风的风眼所在地，最后一个点表示8月30日正午飓风所在地。
2. 预测飓风可能经过的路线。先在地图上贴上方格纸，然后用红色铅笔在方格纸上标注“×”，表示飓风首先将登陆的地点，并在“×”的旁边写上飓风登陆的日期和时间。



3. 飓风警报是对在24小时内可能遭遇飓风的地区的预报。在方格纸上，用红色的阴影标注需发布飓风警报的地区。

4. 根据下表中的数据，用蓝色铅笔描出接下去的五个风暴位置，然后用直尺把各个点连接起来，表示飓风的路径。

日期与时间	纬　度	经　度
8月30日，下午6:00	北纬28.3°	西经86.8°
8月30日，午夜	北纬28.4°	西经86.0°
8月31日，上午6:00	北纬28.6°	西经85.3°
8月31日，中午	北纬28.8°	西经84.4°
8月31日，下午6:00	北纬28.8°	西经84.0°

5. 根据新的数据，对飓风登陆的时间和地点的预测有改动吗？在方格纸上用蓝色铅笔标出新的预测结果。

6. 9月1日，又获得风暴的四个位置的数据(完成第5步后再描上这些点)。根据这些新数据，用绿色铅笔标出飓风靠岸的时间和地点。

日期与时间	纬　度	经　度
8月31日，午夜	北纬28.8°	西经83.8°
9月1日，上午6:00	北纬28.6°	西经83.9°
9月1日，中午	北纬28.6°	西经84.2°
9月1日，下午6:00	北纬28.9°	西经84.8°

7. 用棕色铅笔标注9月2日统计的四个位置(完成第6步后再描上这些点)。

日期与时间	纬　度	经　度
9月1日，午夜	北纬29.4°	西经85.9°
9月2日，上午6:00	北纬29.7°	西经87.3°
9月2日，中午	北纬30.2°	西经88.8°
9月2日，下午6:00	北纬31.0°	西经90.4°

分析与结论

1. 详细描述你追踪的飓风的完整路径，包括登陆地点，确认附近的城市。
2. 把第2、5、6步中的预测和实际情况进行比较。你的预测准确吗？
3. 你所追踪的飓风路径有什么异常情况？
4. 你认为经过上述路径的飓风如何影响飓风警报的发布？
5. 确定是否发布飓风警报时为什么必须非常小心？误发飓风警报将产生什么后果？如果发布太迟又将产生什么后果？
6. **想一想**　本次实验只是根据数据模拟飓风路径。假如在现实生活中，你还需要其他哪些信息来帮助你正确判断飓风的路径？

进一步的探索

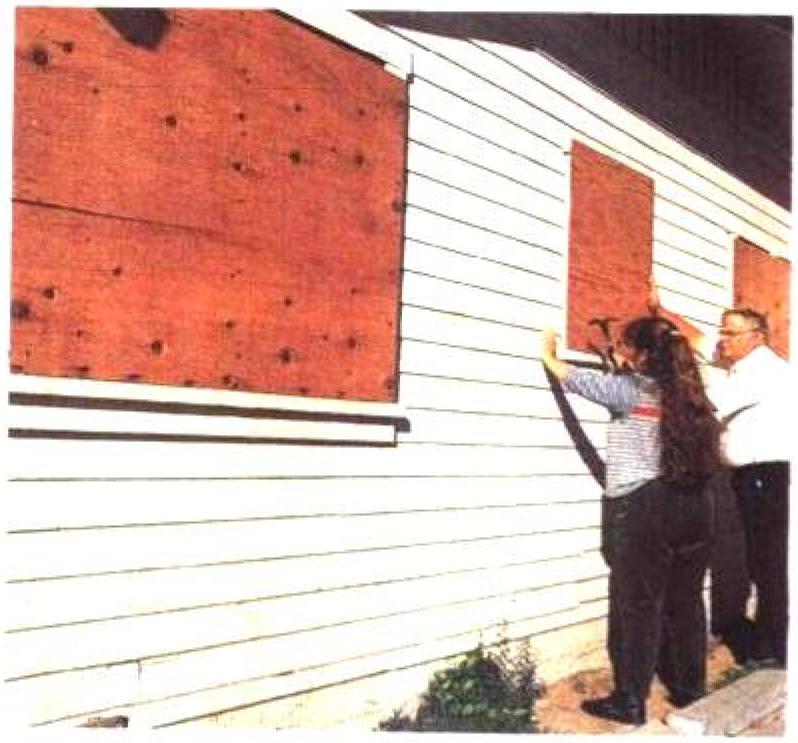
在老师的帮助下，在因特网上搜索更多有关飓风路径的数据，把它们标在地图上，并预测飓风在哪里登陆。

飓风警报：留还是走

当飓风登陆时，国家飓风中心会时刻追踪飓风的路径，电台将及时发布飓风警报。如果汽笛长鸣，风暴途径地区的人们将采取各种措施去保卫他们的家园。

州和地方政府会尽力保护人们的安全，如关闭州办公室，设立紧急庇护所，通知国家安全部门。当危险扩大时，州长将命令人们撤离危险地带。这些措施都是为了保护公众安全。

但是，不是人人都想撤离。一些人认为他们有权利留下来，官方也不可能让每个人都服从命令。那么政府必须怎样做才能确保人们的安全？



争论的焦点

为什么要采取安全措施 飓风是非常危险的。强大的风力能吹掉屋顶，打碎窗户，洪水和风暴波浪可以冲走房屋。甚至在风暴过后，政府官员仍呼吁人们不要立即回家，因为下水道被水淹没，电线和煤气总管遭到破坏。

近年来，天气预报准确性的提高使人们有充分的时间准备和躲避飓风。处理紧急事件的官员警告人们应尽早撤离，特别是老人、病人和残疾人，即使当时天气看上去很安全。大多数伤亡都是因为怀疑和忽视警告而造成的。那些决定留下来的人后来不得不被船只和直升飞机救走。这些援救工作增加了风暴所带来的损失，并且可能危及营救人员的生命安全。

为什么要安全度过风暴 人们有各种不想撤离的原因。有的是为了保护他们的家园和生意；有的是不想离开他们的宠物或家畜，或不想去公众避难所；而商店的老板可能想留下来销售救灾物品。另一方面，警报也可能夸大了潜在的危险，迫使那些实际安全的人们撤离。因为撤离的代价是昂贵的、具有破坏性的，因此人们不得不仔细估计危害程度。

它是一种权利吗 政府有权利命令人们撤离吗？一些市民认为只要他们对别人不造成危害，政府就无权要求他们怎么做。他们认为个人有决定权。你认为呢？

你的观点

1. 发现问题

用你的观点叙述飓风撤离问题。

2. 分析原因

回顾和列出强迫人们撤离的正面作用和反面作用。人们会获得哪些利益？可能遭受什么损失？政府和市民都应做些什么？

3. 解决办法

假设电台已经在播放飓风警报，记下你和你的家人讨论是否撤离的对话。

SECTION 3 洪　水

探　索　　活　动

洪水的成因



1. 取满满一杯水，慢慢倒入漏斗，下面接一个大盒子。
2. 再取一杯水，和步骤1一样，但这次快速地把水倒入漏斗，会发生什么现象？

思考

推测 漏斗与河谷有哪些相似之处？假如在非常短的时间里，大量的水排入河谷，将会发生什么？

阅读指南

- 洪水发生的原因是什么？
- 怎样才能降低洪水带来的危害？

阅读提示 一边阅读，一边画出流程图，阐述洪水时可能发生的事和人们对事件的处理。

亚利桑那沙漠北部的叉角羚峡谷只有几米宽。1997年8月12日，12位徒步旅行者进入这个干燥、狭窄的峡谷。那天下午，在距叉角羚峡谷24千米远的凯巴布高原下了一场雷雨，雨量十几厘米。雨水迅速充满了通向叉角羚峡谷的干涸河道，并冲向峡谷，积起了超过3米的水墙。峡谷上面的游客惊颤地目睹这群徒步旅行者被水冲走，12名旅行者只有一人幸存。

也许你觉得奇怪，洪水怎么会在沙漠里发生？事实上，像这样的洪水在干旱的西南地区比在多雨的地区更常见。



图3-13 从上往下看，叉角羚峡谷就像地面上一条狭窄的裂缝。



图3-14 当大量的雨水涌入狭窄的山谷时，形成了山洪暴发。如图是叉角羚峡谷洪水暴发的演示。

山洪暴发

在美国，洪水是最危险的自然灾害，即使旋风和飓风也不能与之相提并论。**当大量的水顷刻冲入小溪或河流中，河水漫过河堤，淹没了两旁的陆地，便形成洪水。**居住在河流两岸的人们都知道，积雪融化时期和多雨的春季往往是洪水的多发期。

预料不到的洪水是最危险的。如上所述的在叉角羚峡谷暴发的洪水叫山洪暴发，因为大雨过后，积水上升的速度非常迅速，犹如电闪瞬间。**山洪暴发(flash flood)**非常迅猛，它可能在风暴开始后的几小时内，甚至几分钟内暴发。

大多数山洪暴发是由降雨量过大引起的。例如，连续几天持续下暴雨、飓风或热带风暴带来大量雨水等。另外，如果冰山堵住了河道，导致堤坝崩溃，也可能形成突发性的山洪暴发。

☑ ***想一想　为什么山洪暴发是非常危险的?***

防洪措施

一个从没经历过洪水的人很难想像汹涌的洪水会给人类带来的灾难。面对突如其来的洪水，人们应该怎么保护自己、保护家园?

预测洪水　预先发布洪水警报能够减少洪水造成的损失和死亡人数。气象卫星提供了有关积雪覆盖的信息，科学家由此能够推断出，当这些积雪融化后，将有多少水量流入河流。雷达能追踪和测算即将来临的暴雨的覆盖面积，科学家可以测算出河流水位的限度并预测出河流上不同位置的水位高度，从而尽早发布警报，以便人们在需要时作好准备和撤离。

增进技能

交流　活动

写一篇大约30秒的电台播放通告，内容是说明洪水的危害，以及洪水暴发时应采取的安全措施。



汽车被困在水中。



水流对汽车产生逆向阻力。



水位上升使汽车漂浮。



60 cm 高的积水就能冲走一辆汽车。

图3-15 上述图片描述了汽车在洪水中的情形。

应用概念 *为什么洪水暴发时人呆在汽车里是非常危险的?*

"洪水监测"是一个地区可能发生洪水的通告，如果你收到"洪水监测"，就应提高警惕，开始关注洪水动向。当一个地区已经暴发或即将暴发洪水时，有关部门发出"洪水警报"。这时你必须立刻采取行动了。

紧急避险 洪水暴发时，如果危险超过承受范围或水位上升过快，就得尽快撤离。**防洪的第一原则：转移到高地并远离洪水。**千万不要试图穿过正在暴发洪水的河流。穿越洪水也许非常有趣，但这非常危险。即使只有几厘米高的急流也能使你失去平衡，甚至街道上的暴雨积水都能把你卷走。

如果你正在汽车里，请不要试图在满是洪水的街道上行驶，不到60cm深的急流就能把一辆汽车冲走，如图3-15所示。正确的方法是立刻离开汽车，转移到高地。



图3-16 1997年春天，北部的红河水淹没了北达科他州和明尼苏达州地区。格兰德福克斯市区的大部分地区，由于消防车不能到达失火现场或不能连接消防龙头而被烧毁。

洪水的其他危害 洪水不但造成水灾，还能破坏输电线路，截断能源供给。洪水浸透土壤后，造成山崩和泥石流。如果道路被洪水淹没或冲跨，消防车和救护车等急救车辆就无法通行。

洪水还会损害植被，污染水源。因此，洪水过后必须对食物和水源进行必要的处理，如水必须煮沸才能饮用。

第三节复习

1. 降水如何引发洪水？
2. 洪灾中应采取哪些安全措施？
3. 洪水监测和洪水警报有什么区别？
4. 说出能用来预测洪水和提供洪水信息的工具。
5. **理性思维 预测** 根据你的预测，描述两种能造成水灾的天气情况。

课题 3

检查进度

现在你可以准备预测第二天的天气了。根据今天的气象图，预测你所居住地区和另外两个选择地区明天的天气。确定你将用到哪些符号，然后在地图上用你选定的符号标出第二天的天气状况。每天预测天气，至少坚持一周。

设计提示：参照你曾观察到的天气形式。

SECTION 4 气象预报

探索 活动



今天的天气如何

1. 查看当地报纸的天气预报，并记录当天的天气预测情况，包括温度、降水量和风速。
2. 观察天气，或回忆你最后一次外出时的天气情况。记录你所在地的实际天气情况。

思考

观察 比较天气预报与你的观察结果有哪些异同。

几个世纪以来，人们一直试图去预测天气。每个民族都有关于天气预测的谚语，这些谚语都基于长期的观察。海员、飞行员、农民以及其他从事户外作业的人往往特别留心观察云、风和其他天气变化的征兆。如以下两例：

阅读指南

◆ 科学技术怎样帮助气象学家预测天气情况?

◆ 气象图中有哪些信息?

阅读提示 在通读全文之前先看图3-19和“探索报纸气象图”，列表记下你对气象图的所有问题。

晚霞行千里，
朝霞不出门。

朝霞漫天，水手哭丧脸；
晚霞漫天，水手笑开颜。



这是美国流传已久的谚语。为什么朝霞意味着坏天气？我们知道，在美国，暴风雨常常从西往东迁移。西边云层密布，预示着出现低气压区，暴风雨即将来临。如果早晨西边云层密布，东升的太阳照在云层上，正是朝霞满天；相反，当夕阳西下时，落日染红了东边的云层。东边厚重的云层预示着暴风雨正向东迁移。

气象预报

通过观察，你可以作出很多预测，例如，如果气压计显示大气压正在降低，便可预料天气要发生变化了。不断下降的大气压通常预示着低压区的出现，是下雨或下雪的先兆。

从云中也可识别天气变化的迹象。在闷热的午后，暖气团上升并形成积云。如果积云变大、变高，你便可推断即将形成积雨云，这意味着有雷雨。如果你看到稀薄的触毛状卷云飘浮在高空，预示着低气压的生成。

你可能听说过那些每天为电视天气预报提供信息的专业气象学家，**气象学家 (meteorologist)** 是研究天气变化原因并对它进行预测的科学家。

图 3-17 气象学家正在放飞一个气象气球。系缚在气球上的盒子里装有能记录气象资料，如温度、气压和湿度的装置。



气象学家根据各种原始资料(包括由一些当地气象观察者、气象气球、人造卫星及分布于世界各地的气象站提供的数据)，利用地图、图表和计算机来分析这些数据，并预测天气。气象学家还利用雷达追踪暴风雨的形成及运行轨迹。

电视台和广播电台的记者从哪里得到天气信息？大量的气象信息来自国家气象局。但是这些普通大众的天气预报还不能完全满足所有人的需要，如飞行员和农民还想知道更详细的天气预报。目前美国有一些私人的天气预测服务体系，他们拥有许多先进的高科技设备。这种私人天气预测服务体系提供更专业、更具体的消息，如“霜冻会冻坏果园里的柑橘吗？”“机场有大雾吗？”“今天卡车上路前是否要在路上铺层沙？”等等。

☑ ***想一想　气象学家从哪里得到气象信息？***

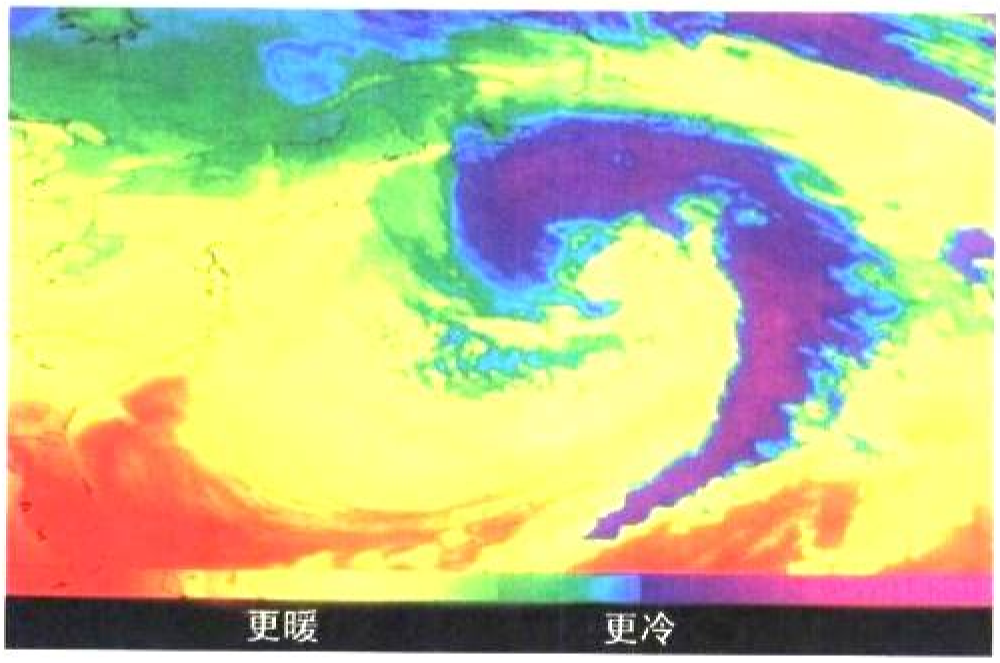


图 3-18 这是北大西洋上空强烈风暴的气象卫星云图。
观察 *从这张云图上，你可以得到哪些天气信息？*

气象技术

气象预报技术近年来发展非常迅速。短期的预报(5天内)已具有相当的可靠性。气象学家还能进行以前所不能的长期预报。**气象技术的发展主要在两个领域：气象数据的收集和利用计算机预测天气。**

气象气球和人造卫星 在第一章中曾提到，气象气球能携带测量仪器到达大气的对流层和平流层测量温度、气压和湿度。

第一颗人造气象卫星于1960年发射成功。安装在气象卫星上的照相机能够从外逸层拍摄到地球表面、云、风暴和冰雪覆盖物。这些图片传送给地面上的气象学家，由气象学家把它译成气象信息。

计算机预测 目前，计算机被广泛应用于气象预报中。

与技术科学的综合

气象装置能够收集到成千上万的有关温度、气压、风速和其他天气要素的数据。计算机能够迅速处理大量数据，帮助预报员作出预测。首先，计算机处理来自世界各地气象台所提供的数据，包括风速、风向、湿度、光照、温度和气压等。然后计算机通过计算，得到12小时内、24小时内、36小时内的天气预报。每次预报都是建立在以前预报的基础上。当有新的气象数据传到时，计算机就及时修改预报结果。

厄尔尼诺现象

一些长期的气候变化可能是由洋流和全球风引起的，如厄尔尼诺现象。**厄尔尼诺现象 (El Niño)** 是在太平洋热带地区上空形成的周期性暖流。厄尔尼诺现象发生期间，风向转移，推动表层暖气流向南美的西海岸移动，于是暖流替代了通常形成于近海岸的深层海洋中的冷流。

厄尔尼诺现象每 2 ~ 7 年发生一次，它能引起环太平洋地区和其他地区剧烈的天气变化。1997和1998的冬天，强烈的厄尔尼诺现象造成了亚洲和巴西的干旱，加利福尼亚和秘鲁的暴雨和洪水，以及佛罗里达及美国东南部其他地区的旋风。

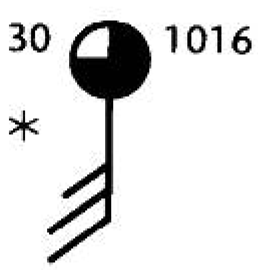
科学家正寻找各种线索和征兆来预测厄尔尼诺现象的再次发生。目前已发现的一个征兆就是太平洋热带地区气温的上升。通过收集历次厄尔尼诺现象的资料，科学家已成功地预测到 1997 ~ 1998 年厄尔尼诺现象所带来的许多后果。

☑ ***想一想　科学家根据什么来预测厄尔尼诺现象？***

增进技能

数据解析　活动

根据图 3-19 的图例说明，回答下列问题。



1. 气温是多少？
2. 风速是多少千米／时？
3. 风向是什么？
4. 气压是多少？
5. 天空云层的覆盖率是多少？
6. 降水类型是什么？是否正在降水？

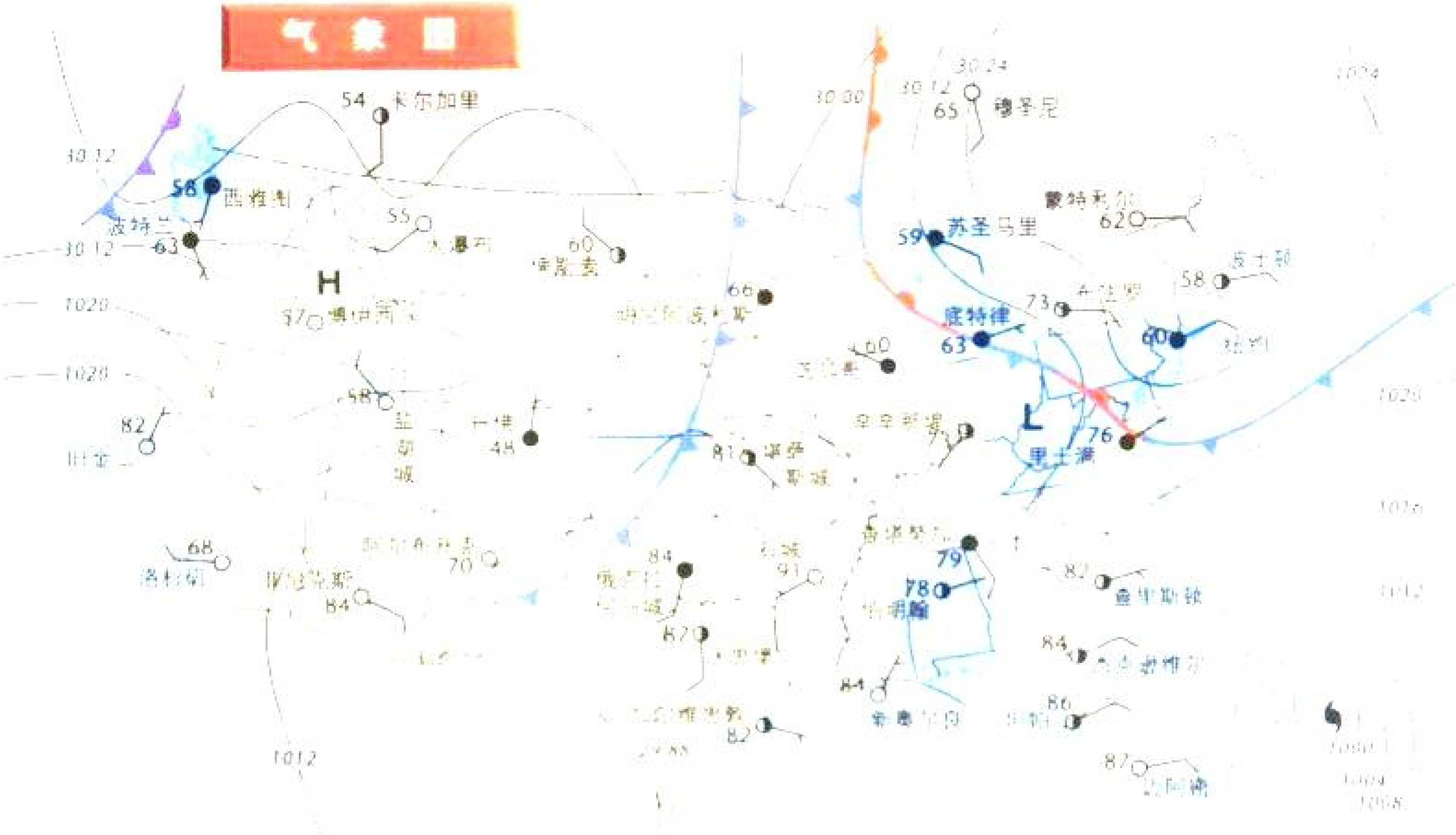
看气象图

气象图是某个特定时间大范围天气情况的“快照”。气象图的类型很多，其中电视台播报的气象图是由计算机根据雷达探测到的信息进行处理后绘制成的。

气象图　在美国，国家气象局通过对全国各地的 300 多家地方气象站提供的信息进行处理、合成，制成全国气象图。那些具有代表性的气象站将这些信息概括成如图 3-19 所示的图例，这些被简化了的气象图包含了气象站绝大多数的重要信息。

在气象图中你能看到一些曲线，这些曲线把情况相同——如同温或同压的地方连结起来。**等压线 (isobar)** 是指地图上具有相同气压地区的连线。等压线上的数字表示气压值。气压值一般用毫巴来度量。查阅图 3-19 中的等压线。

等温线 (isotherm) 是相同气温地区的连线。等温线一般用摄氏温度或华氏温度来度量。



锋面的解释

▼▼▼ 冷锋
冷气团和暖气团的交汇面，形成短期的风暴和凉爽天气。

▲▲▲ 暖锋
暖气团和冷气团的交汇面，通常伴有降雨。

静止锋
静止的冷暖气团的交汇面，形成长时间的降雨。

锢囚锋
被冷锋取代的暖锋锋面边界，形成降水。

天气	标志
毛毛雨	
雾	≡
冰雹	△
霾	∞
雨	●
阵雨	▽
雨夹雪	
烟	
雪	✳
雷暴雨	
飓风	

风速❶（英里/时）	标志
1–2	
3–8	
9–14	
15–20	
21–25	
26–31	
32–37	
38–43	
44–49	
50–54	
55–60	
61–66	
67–71	
72–77	

云层覆盖率（%）	标志
0	○
10	⦶
20–30	◔
40	
50	◑
60	
70–80	
90	
100	●

气象图上标志的使用

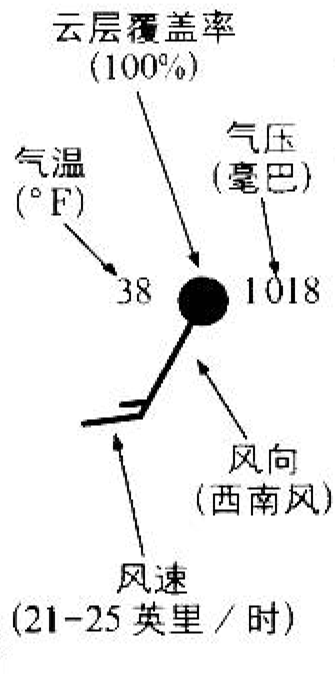


图 3–19 这张气象图显示的数据由美国各地气象站提供。图下是对天气符号的解释。

❶ 1 英里 ≈ 1.6 千米。

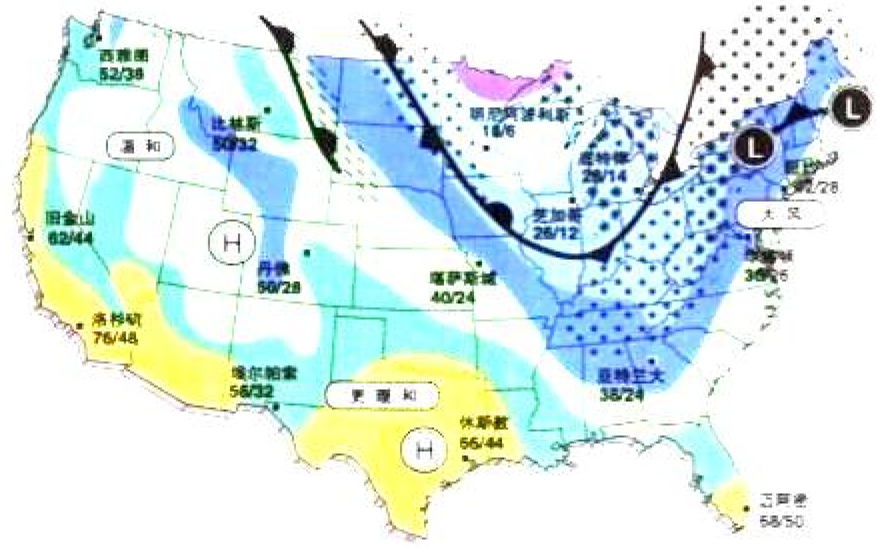
报纸气象图 报纸上刊登的是由国家气象局制成的简化气象图。如下页“*探究报纸气象图*”中的气象图是美国典型的报纸气象图。通过本节的学习，你一定能解释这张地图上的大部分符号。**气象图上用标准符号表示锋面、高气压和低气压、降雨类型以及气温等。**注意在美国气象图上，气温用华氏度而不是摄氏度来度量。

图 3-20 是某次冬季风暴的路径。仔细研究这组气象图，追踪这个风暴的轨迹，并指出它的影响。通过练习，你一定能根据气象图上的信息来预测你所在地区的天气情况。

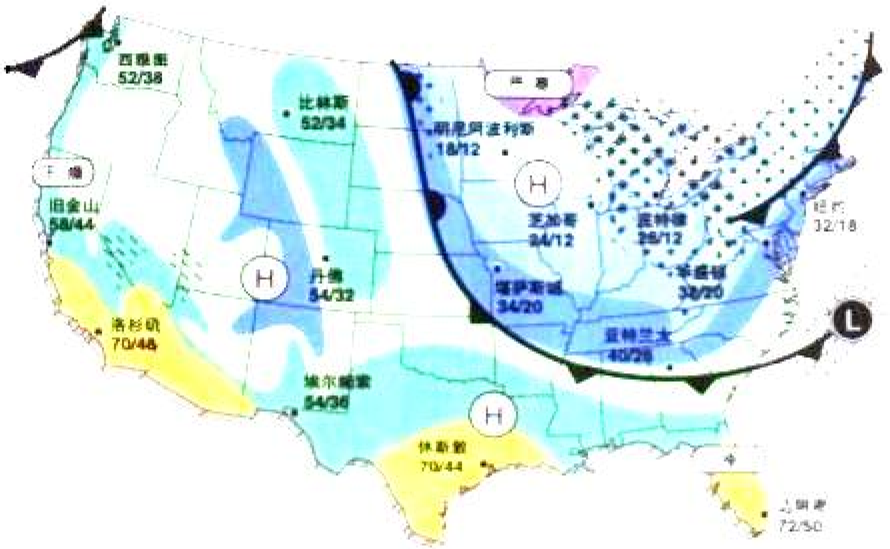
蝴蝶效应

尽管有现代科学技术的帮助，天气预报的准确性还是不太靠得住，主要原因在于天气并不遵循一种固定的程序。

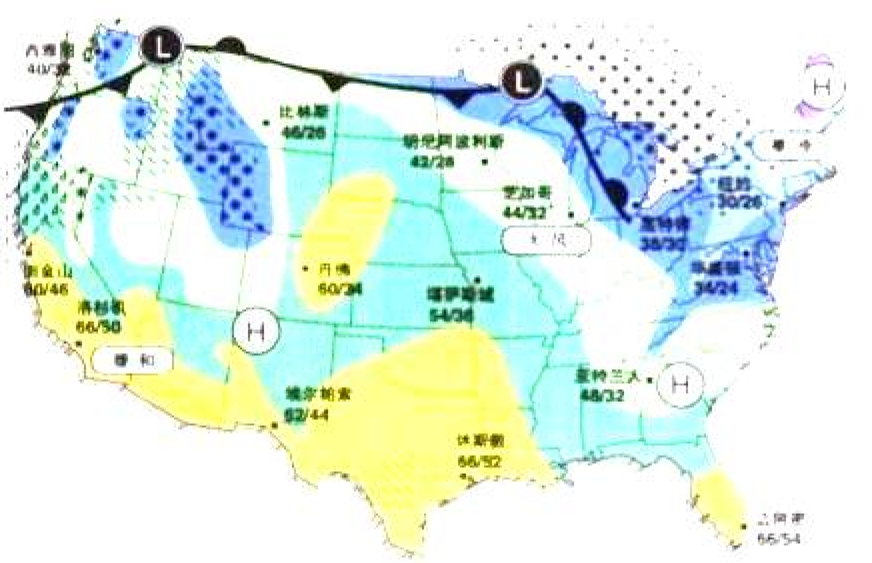
从今天起为期六天的天气预报是建立在现在及过去每天的天气预报的基础上的。今天大气小小的变化可以引起一周后天气的巨大改变，这就是“蝴蝶效应”。它源于一位科学家的见解：即使一只蝴蝶翅膀的拍打这样微小的风力也可能扰乱大气，甚至最后发展成飓风。



第1天



第2天



第3天

图 3-20 从这组气象图中可以看出，风暴在三天内从西边移到东边。

图解 *第二天芝加哥的最高气温和最低气温是多少？第三天呢？*

探索 报纸气象图

报纸上刊登的气象图用符号来表示锋面、高压区和低压区以及降雨。不同颜色带代表不同的温度。

相同温度的地区用相同的颜色表示。举例来说，淡绿色的区域是超过 40°F 的高温区

主要的低压区一般用 L 来表示，而高压区则用 H 来表示。



类似雨点和雪花的符号分别表示降雨和降雪。

冷锋上三角形的尖端表示冷气团移动的方向。暖锋上的半圆形表示暖气团移动的方向。

第四节复习

1. 气象学家利用哪些科学技术来预测天气？
2. 至少说出三种你从气象图上获得的信息。
3. 气象图上连接温度相同地区的线叫什么线？
4. **理性思维　预测**　如果大气压正在升高，你认为这是哪种天气的先兆？

检查进度

经过预测一星期的天气情况后，比较你的预测和实际的天气情况，再和专业气象工作者的预测做比较。你的天气预报的准确性如何？专业气象工作者的天气预报的准确性如何？

读气象图

在这个实验中，你将利用由气象图上得到的数据来描述不同地区的天气情况。

问题

怎样从气象图上获取信息？

步骤

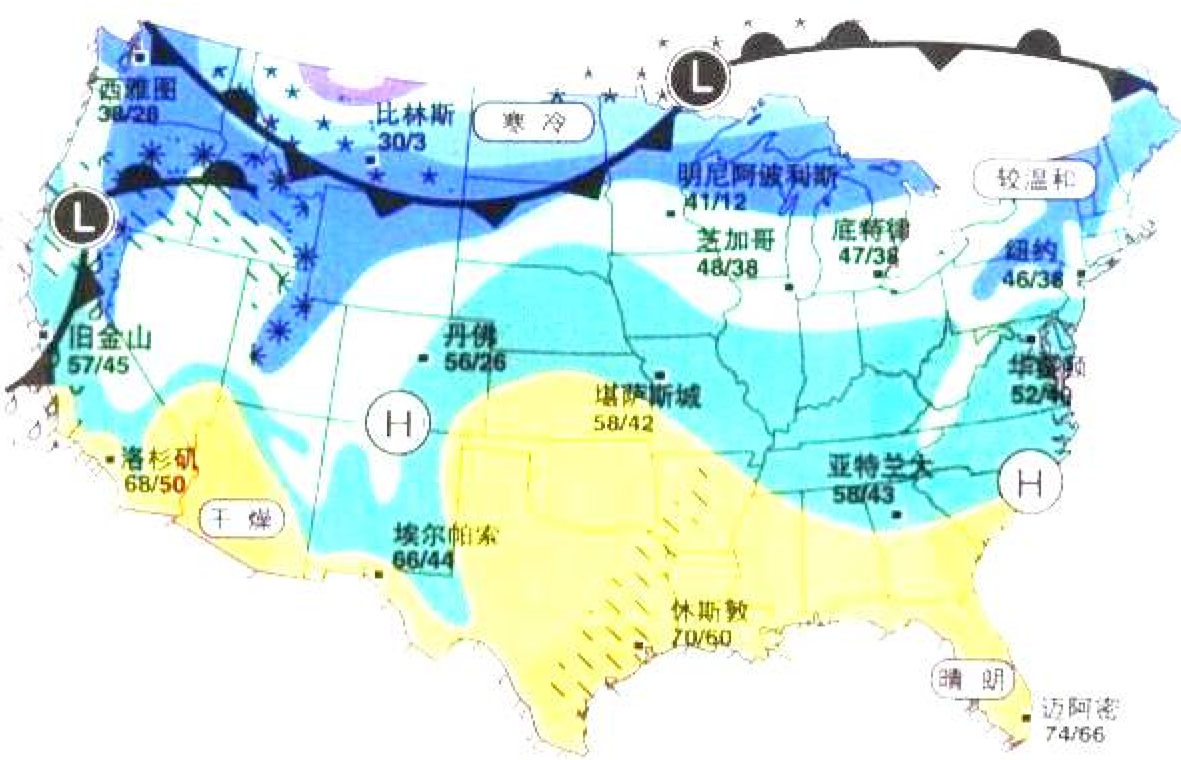
1. 检查下面气象图上的符号。为了更好地从气象图上获取信息，请参考第103页的图3-19和第105页的“探索报纸气象图”。
2. 观察气象图上的不同颜色区域。
3. 找到雨、雪的符号。
4. 确定冷、暖锋面的位置。
5. 确定高、低压的位置。

分析与推论

1. 哪种颜色表示最高气温？哪种颜色表示最低气温？
2. 哪个城市的气温最高？哪个城市的气温最低？
3. 哪些地方正在下雨或下雪？
4. 气象图上标有哪几种不同的锋面？
5. 在气象图上，哪些地区是低气压区，哪些地区是高气压区？
6. 此气象图说明正处于哪个季节？你的依据是什么？
7. **想一想** 锋线上标注的三角形和半圆形表示锋面移动的方向。哪个锋面正向明尼阿波利斯移动？它将带来什么天气？

进一步的探索

将这张气象图与电视台发布的气象图进行比较，有哪些标志相同？哪些标志不同？



SECTION 1 气团与锋

知识要点

◆ 影响北美天气的四种主要气团是：热带海洋性气团、热带大陆性气团、极地海洋性气团、极地大陆性气团。

◆ 气团相遇，形成四种锋面：冷锋、暖锋、静止锋和锢囚锋。

◆ 飓风和气压的降低与风暴和降雨量有关。反气旋将带来高气压和干燥天气。

关键术语

气团	海洋性	锢囚
热带	大陆性	气旋
极地	锋	反气旋



SECTION 2 风暴

知识要点

◆ 雷雨和旋风由巨大的积雨云形成。因为金属能够把闪电传导到你体内，所以雷雨时要避免与金属物接触。

◆ 旋风来临时，牢固建筑物的地下室是最安全的地方。

◆ 飓风形成前是形成于温暖水面上的热带低压。如果你听到飓风警告并被告知撤离，应立刻离开。

◆ 当潮湿空气的温度低于0℃时就有飘雪的可能。如果你被雪暴所困，应设法寻找避风所。

关键术语

风暴	旋风	风暴波浪
闪电	飓风	撤离



SECTION 3 洪水

与健康科学的综合

知识要点

◆ 过量的水涌入小溪或河流中，水位漫出了河堤并淹没河道两旁的土地，造成水灾。

◆ 防洪的第一原则：撤离洪水地带，转移到地势较高的地方。

关键术语

山洪暴发

SECTION 4 气象预报

知识要点

◆ 气象学家利用地方气象观测者、气象气球携带的测量仪器、人造气象卫星以及分布于世界各地的气象站提供的数据来分析气象信息。

◆ 气象预报技术的发展主要在两个领域：收集气象数据和利用计算机预测天气。

◆ 气象图上用标准的符号表示锋面、高压区和低压区、降水类型以及温度等。

关键术语

气象学家	等压线
厄尔尼诺现象	等温线

相关网站

www.science-explorer.phschool.com

第章复习

复习题

选择题

选择最佳答案。

1. 海洋上形成的气团叫做 ______。
   a. 热带气团
   b. 大陆气团
   c. 海洋气团
   d. 极地气团
2. 下列四种锋中，通常带来凉爽、晴朗的天气的是 ______。
   a. 暖锋
   b. 冷锋
   c. 静止锋
   d. 锢囚锋
3. 风吹向低压中心内部，形成____。
   a. 反气旋
   b. 锋面
   c. 等压线
   d. 气旋
4. 强气流热带风暴叫做 ______。
   a. 飓风
   b. 旋风
   c. 雷雨
   d. 暴风雪
5. 下列天气类型中，能导致山洪暴发的是 ______。
   a. 大冰雹
   b. 暴雨
   c. 强风
   d. 雪融

判断题

如果下列命题正确，写"T"；反之，写"F"，并修改划线部分。

6. 受热带海洋性气团的影响，美国西南部的夏天又热又干燥。
7. 冷锋会带来连续的多云天气。
8. 暖锋经过的地区常常伴随着起雾、下雨、或湿润的天气。
9. 低沉的积雨云可能带来雷雨和旋风。
10. 在气象图上，把温度相同的地区连接起来的线叫等压线。

简述题

11. 气团的基本特征是什么？
12. 信风如何影响北美上空气团的运动？
13. 冷锋是怎样形成的？
14. 描述与洪水相关的三种危害。
15. 气象学家预报天气的信息来源是什么？
16. **小习作** 设想你是一名气象学家，你的任务是乘坐一架大飞机去调查飓风。把你的经历写到旅行日记中，要求描述飓风的外形、声音以及你的感受。

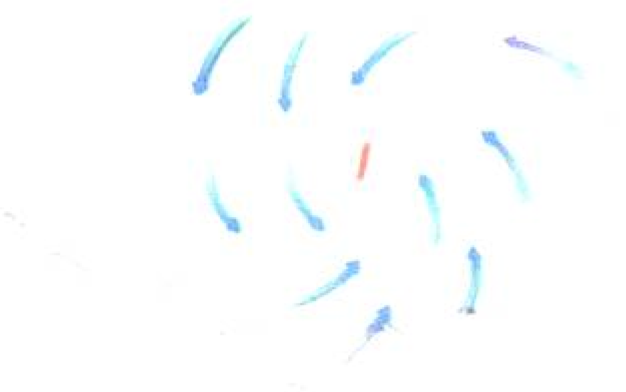
形象思维

17. **概念图** 把下面关于飓风和旋风的表格复制下来，填空并加上标题。

风暴类型	飓风	旋风
形成的地方	温暖的大洋水面	a. ?
大小	b. ?	几百米
持续时间	一周或更长	c. ?
形成时间	d. ?	春季、初夏
安全措施	撤离或转移到牢固建筑物的内部	e. ?

技能应用

按图回答问题 18～21。



18. 图解 图中所示的是气旋还是反气旋？说明理由。

19. 数据解析 图中的箭头表示什么？风向还有其他表示方法吗？

20. 模型制作 以这个图为例，画一张类似的图表示高压区，并在图中画出风向。

21. 难题提问 如果在一张气象图上看到这样的气压中心，你认为这里的天气情况如何？为了更准确地预测天气，你还需要问哪些问题？

理性思维

22. 分类 依据温度或形成地区，对影响美国气候的主要气团进行分类。

23. 应用概念 你认为飓风会在美国东北和西北海岸附近的洋面上形成吗？说明原因。

24. 因果关系 空气密度的不同如何影响冷锋和暖锋的移动路线？

25. 判断 为了减少风暴危害，你认为最重要的措施是什么？

学 习 评 估

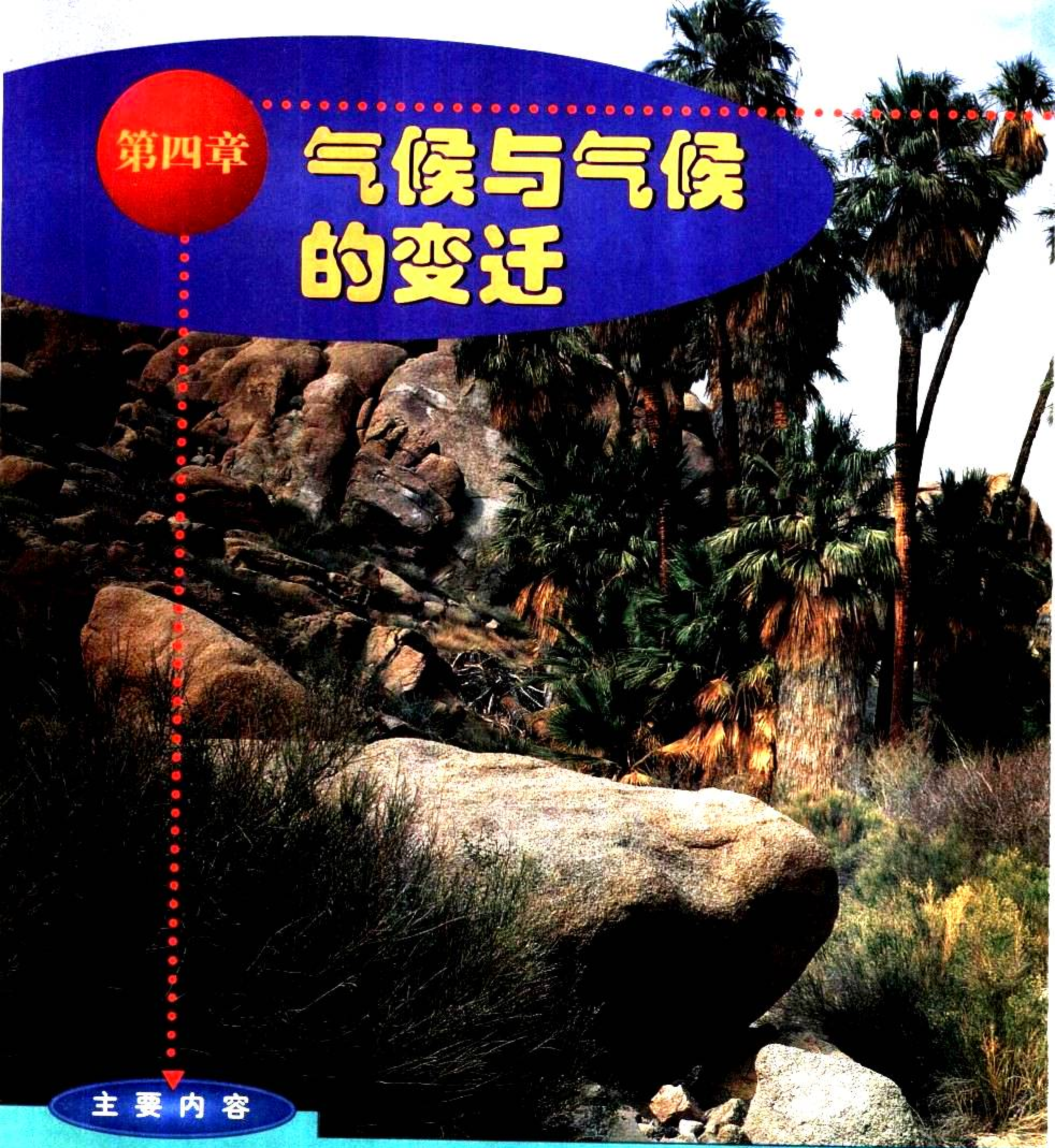
课题 2 总 结

成果展示 准备最后的报告，安排图片介绍。你可以在当天报纸的气象图旁边展示你的气象图。练习介绍你的课题报告，做必要的更改，然后在班上展示。

思考与记录 在日记里描述你对这个实践活动的体会。在你的气象图上是否还应该有你本该更关注的天气要素？气象学家是否拥有报纸上没有公布的信息？如何收集更多的信息来改进你的气象预报？

实践活动

在社区 调查你所在社区对紧急天气所采取的措施。如何确定紧急情况的可靠性？紧急警报是如何传达给居民的？准备一张海报展示你的实践成果。



第四章 气候与气候的变迁

主要内容

SECTION 1 气候的成因

探索　地球形状对气候带的影响

技能实验室　太阳光线与角度

培养技能　推论

SECTION 2 气候带

探索　你知道哪些气候类型

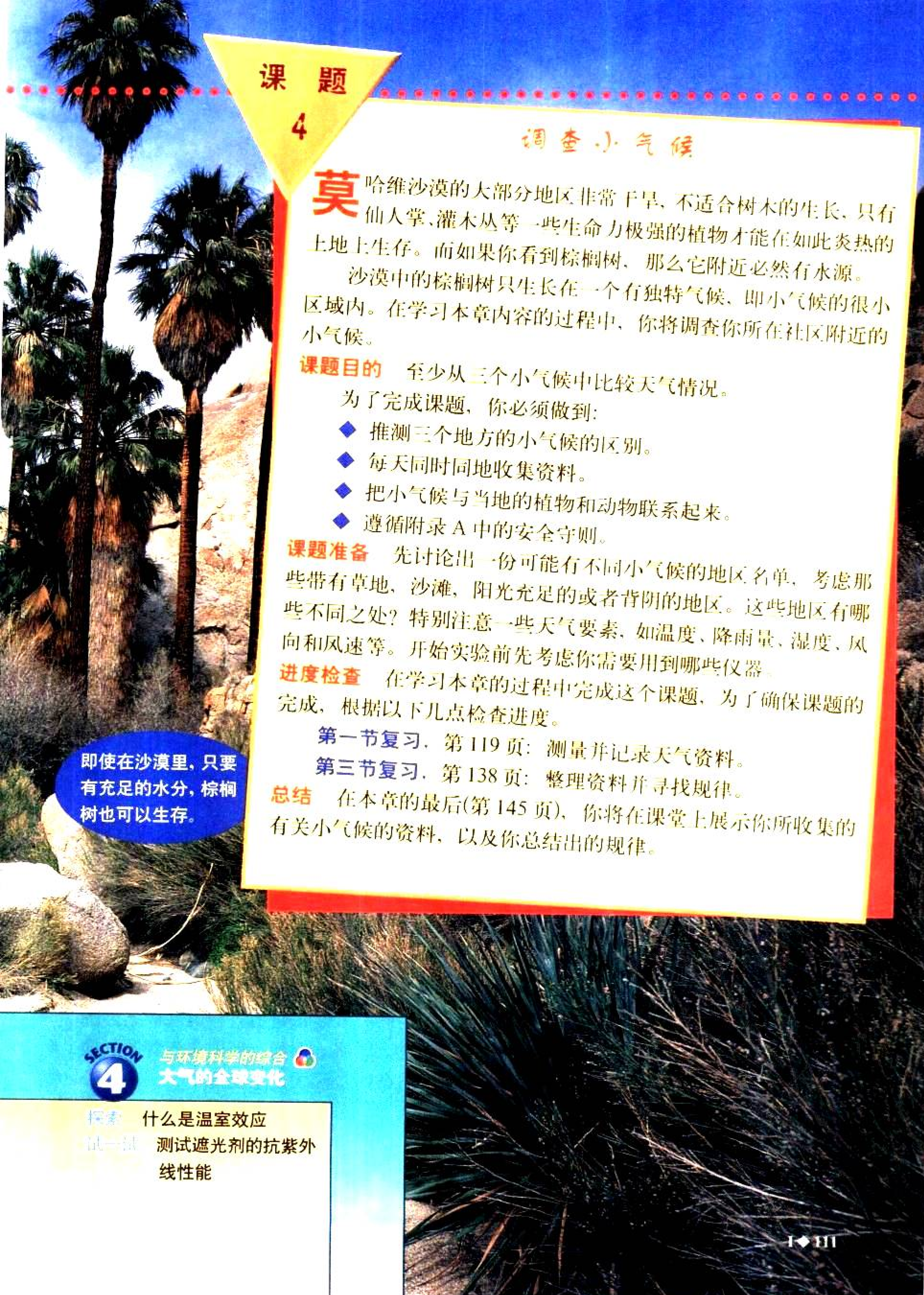
试一试　模拟湿润的气候条件

培养技能　分类

生活实验室　美妙的气候折线图

SECTION 3 气候的长期演变

探索　树的年轮告诉我们什么



即使在沙漠里，只要有充足的水分，棕榈树也可以生存。

课题 4

调查小气候

莫哈维沙漠的大部分地区非常干旱，不适合树木的生长，只有仙人掌、灌木丛等一些生命力极强的植物才能在如此炎热的土地上生存。而如果你看到棕榈树，那么它附近必然有水源。

沙漠中的棕榈树只生长在一个有独特气候，即小气候的很小区域内。在学习本章内容的过程中，你将调查你所在社区附近的小气候。

课题目的 至少从三个小气候中比较天气情况。

为了完成课题，你必须做到：

- 推测三个地方的小气候的区别。
- 每天同时同地收集资料。
- 把小气候与当地的植物和动物联系起来。
- 遵循附录 A 中的安全守则。

课题准备 先讨论出一份可能有不同小气候的地区名单，考虑那些带有草地、沙滩，阳光充足的或者背阴的地区。这些地区有哪些不同之处？特别注意一些天气要素，如温度、降雨量、湿度、风向和风速等。开始实验前先考虑你需要用到哪些仪器。

进度检查 在学习本章的过程中完成这个课题，为了确保课题的完成，根据以下几点检查进度。

第一节复习，第 119 页：测量并记录天气资料。

第三节复习，第 138 页：整理资料并寻找规律。

总结 在本章的最后(第 145 页)，你将在课堂上展示你所收集的有关小气候的资料，以及你总结出的规律。

SECTION 4 与环境科学的综合 大气的全球变化

探索 什么是温室效应

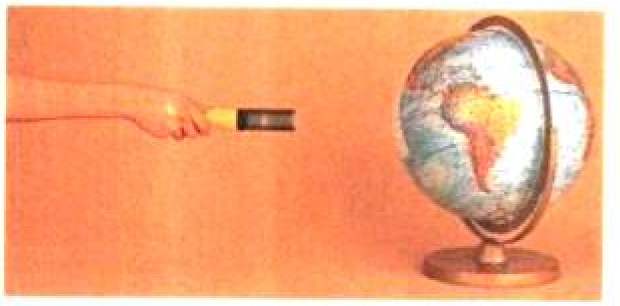
试一试 测试遮光剂的抗紫外线性能

SECTION 1 气候的成因

探索 活动

地球形状对气候带的影响

1. 在地球仪上，用一张长条纸带沿赤道到北极围起来。把这张纸分成三等分，在靠近北极点的部分标注“极点”，赤道附近的部分标注“赤道”，中间部分标注“中纬度带”。
2. 把一个空的卷纸筒套在电筒上。把电筒放在离赤道 30 cm 处，打开电筒代表太阳。请助手在纸带上描绘出光照区域的形状。
3. 把电筒慢慢提高到对准“中纬度带”部分。电筒应保持水平，并与地球仪保持 30 cm 的距离。再次请助手在纸带上描绘出光照区域的形状。



4. 类似地，把电筒提高到对准“极点”部分，使电筒保持水平，并与地球仪保持 30 cm 的距离。描绘出光照区域的形状。

思考

观察 光照区域的形状如何变化？你认为太阳光是均匀地照射在地球表面的吗？

阅读指南

◆ 哪些因素会影响温度和降雨量？

◆ 形成四季的原因是什么？

阅读提示 在阅读过程中，用标题语列出影响气候的要素。

当你打电话给另一个地区的朋友，问她“今天你那儿的天气怎么样？”她可能会回答：“阴天，凉爽，有雨。每年的这个时候通常都是这样。”从对话中，你已了解了一些有关天气和气候的信息。

天气是每天存在的。某一天的天气可能是多云或有雨，也可能是晴朗，阳光充足。天气是指某一特定地区和时间的大气情况。而**气候（climate）**是指一定地区年复一年的平均天气情况，如温度、降水量、风力和云等。怎样描绘你居住地区的气候？

两个主要的因素——温度和降水量决定了一个地区的气候。气候带是指有相似气候条件的大区域。例如，美国东南部的气候条件是湿润、温度适中。



◀ 两只小北极熊和它们的母亲在极带舒适地生活着。



图4-1 地球上有三个主要的温度带。

图解 *美国的大部分地区位于哪个温度带?*

影响气温的因素

热带地区通常终年炎热，如巴拿马。而北方地区却非常寒冷，如芬兰。为什么会这样呢？**影响温度的主要因素有纬度、海拔高度、与巨大水体的距离以及洋流等。**

纬度 总的来说，远离赤道地区的气候要比靠近赤道地区冷得多，因为太阳光在赤道附近几乎是直射在地球表面的，而在两极，等量的太阳辐射将分散到一个更大的区域，因此单位面积上得到的热量就少得多。

我们知道，纬度是指离赤道的距离，用度来衡量。地球表面按纬度分可分为如图4-1所示的三个温度带。**热带(tropical zone)**是赤道附近的区域，在北纬23.5°和南纬23.5°之间。热带全年得到直射或接近于直射的太阳光，因此那里的气候炎热。

相反的，在北极和南极附近，太阳光总是以一个低角度照射，结果两极附近的地区气候寒冷。**极带(polar zone)**是从南纬66.5°~90°和北纬66.5°~90°之间的区域。

温带(temperate zone)在热带和极带之间——大约北纬23.5°~66.5°和南纬23.5°~66.5°。在温带，太阳光照射的角度随季节而变化，冬季角度较小，夏季角度较大，因此，温带的气候特征是夏季温和或炎热，冬季凉爽或寒冷。

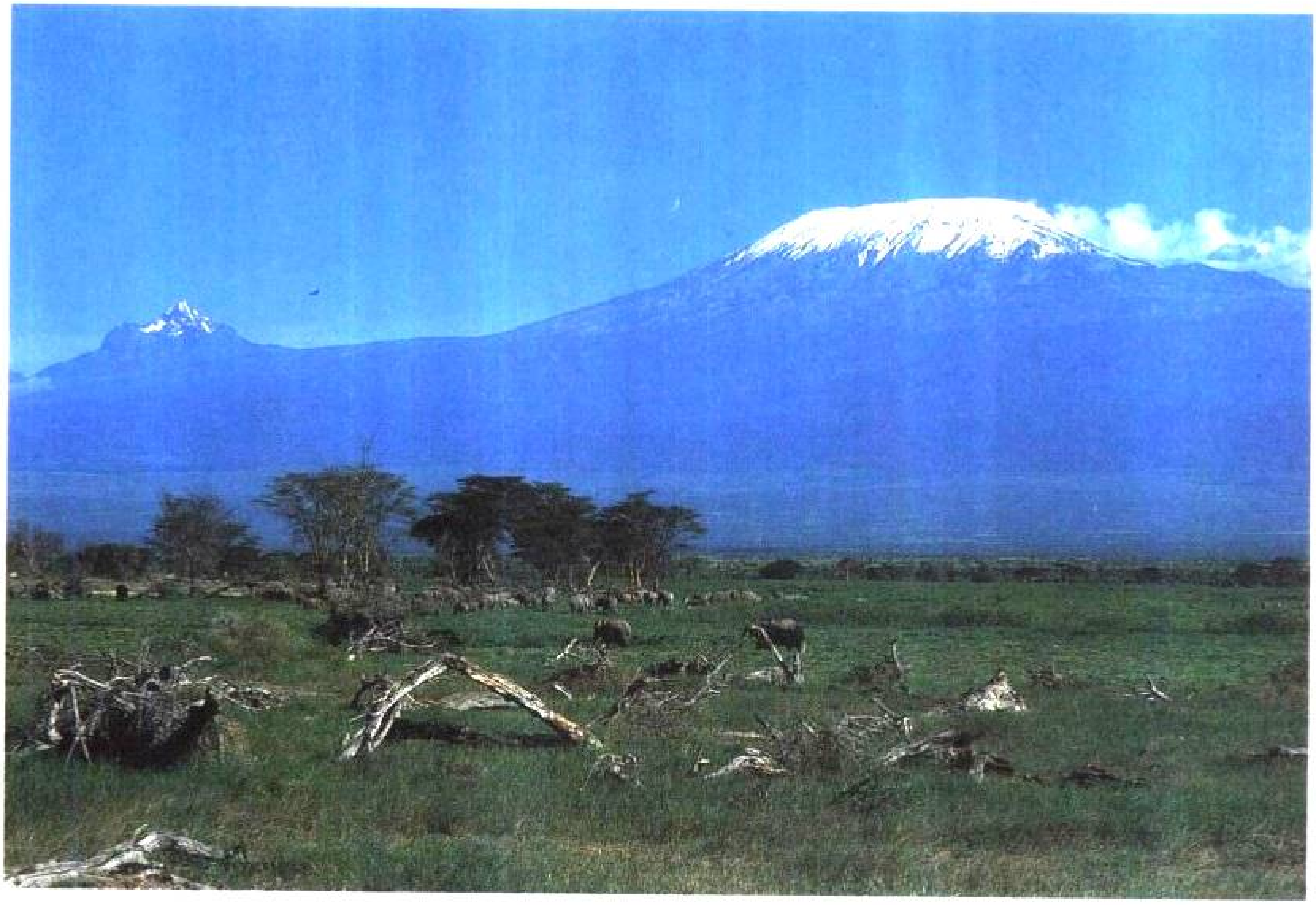


图 4-2 这是位于赤道附近的非洲坦桑尼亚的乞力马扎罗山。

应用概念 *为什么山顶上终年积雪?*

海拔高度 乞力马扎罗山的海拔高度接近6000米，远远高于非洲平原，山上终年积雪。乞力马扎罗山坐落于赤道附近，在南纬3°处，但为什么山顶会这么寒冷?

对于高山而言，海拔高度是比纬度更重要的气候因素。回顾第一章，我们知道，随着高度每增加1km，温度就下降6.5°C，因此，世界各地的高地都是凉爽气候。乞力马扎罗山山顶的温度比与山脚的温度低39°C。

与巨大水体的距离 海洋和大的湖泊也能影响气温。大洋较大程度地缓和了附近陆地的温度，因为水的受热比陆地慢一些，冷却起来也慢一些，因此，来自海洋的风减小了沿海地区的温差。大部分北美、南美和欧洲的西海岸地区都是温和的**海洋性气候(marine climate)**，其气候特征是冬暖夏凉。

北美和亚洲的内陆地区不受海洋的影响。加拿大和俄罗斯的大部分地方和美国中部一样，属**大陆性气候(continental climate)**。大陆性气候与海洋性气候比较，温度变化悬殊，冬季寒冷，夏季炎热。

洋流 海洋性气候大都受洋流，即海洋内有规律流动的水流的影响，通常大洋暖流把暖热的水从赤道带到极带，而寒流则将寒冷的水从极带带到赤道带。水能加热、或冷却水面上方的空气，然后被加热或冷却的空气流动到附近的陆地上。所以暖流给它所经过的陆地带来了暖气团，而寒流则带来冷空气。

图 4-3 是洋流运动的路线。最著名的暖流是墨西哥湾洋流。墨西哥湾洋流从墨西哥湾开始，沿美国东海岸向北流。当它穿过北大西洋时，就变成北大西洋洋流。这股暖流给位于较高纬度的爱尔兰和英国南部带来了温和潮湿的气候。

相反，加利福尼亚寒流从阿拉斯加沿着西海岸向南流，使西海岸地区的气温比相同纬度其他地区的气温低得多。

想一想 海洋对附近陆地地区的温度有什么影响？

增进技能

推论

活动

观察南太平洋、南大西洋和印度洋的洋流，你得到什么规律？再比较南大西洋和北大西洋的洋流，什么原因导致了这些洋流不同的规律？



图 4-3 红色箭头表示暖流，蓝色箭头表示寒流

影响降水量的因素

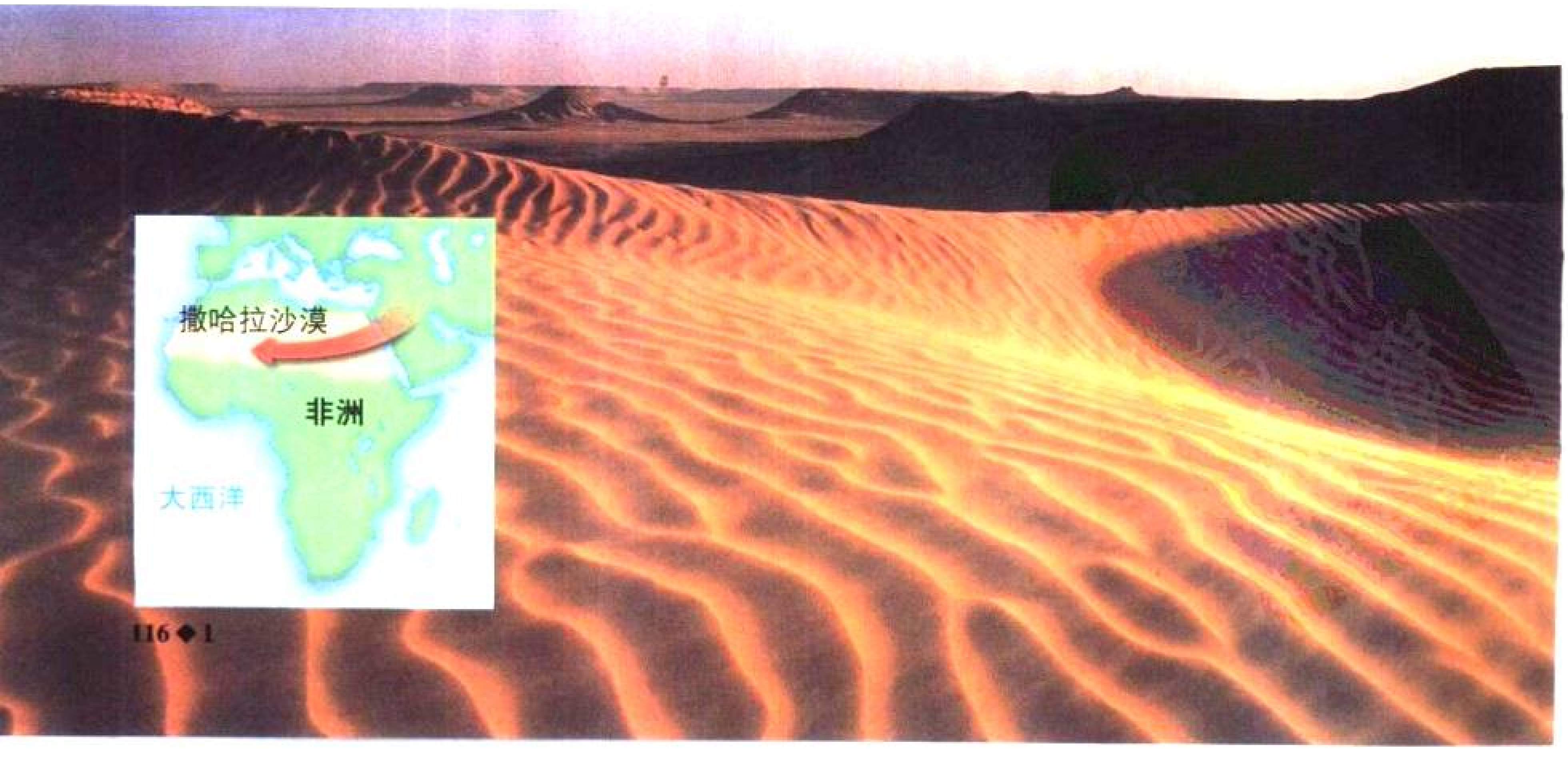
一个地区每年的降雨量和降雪量决定了当地气候是潮湿的还是干燥的。而哪些因素决定了一个地区的降水量呢？**盛行风和山脉是影响降水量的主要因素。**

盛行风 我们知道，天气形式取决于大规模气团的流动。气团可以随着盛行风移动，而定向风通常在一个区域内运动。气团可以是温暖的、寒冷的、干燥的或湿润的，气团中水汽的含量决定了降雨量或降雪量。

暖气团能比冷气团携带更多的水汽。当暖气团上升并逐渐冷却时，空气中的水汽就凝结出来。例如，赤道附近的表层空气通常是湿热的，当空气上升并冷却后，形成大雨，滋润繁茂的热带雨林。相反，下沉的冷气团通常是干燥的，因为它在下沉过程中变得暖和，可以容纳更多的水汽，因此空气中的水汽几乎不能凝结成雨，其结果就是该地区可能成为沙漠。

盛行风中的水汽含量也取决于风从何处吹来，从海洋吹向内陆的风比从内陆吹来的风携带着更多的水汽。例如，虽然非洲的撒哈拉沙漠靠近大西洋和地中海，然而撒哈拉却非常干燥。这是因为海洋上的风几乎不能到达这个地区，这里的盛行风属干燥的东北信风，来自西南亚正在下沉的冷气团。

图 4-4 从遥远内陆吹来的盛行风穿过撒哈拉沙漠。因为空气干燥，所以撒哈拉沙漠的降雨量很小。



山脉 盛行风经过的山脉也会影响当地的降水量。我们已经学过，当潮湿的风从海洋吹向海岸线上的山脉时，风被迫上升。上升的暖气团逐渐冷却，水汽凝结而形成云。在山的**迎风面**(**windward**)多雨或多雪。

当空气到达山的另一边时，空气中已失去了大部分水汽，属于干冷气团，因此位于山脉**背风面**(**leeward**)的地区属于雨影区。

如图4-5所示，加利福尼亚的欧文山谷位于死亡谷以西80 km的内华达山脉的雨影中，从太平洋而来的湿风向东吹去，在照片上可以看到湿风在山顶留下的积雪。接着空气在山脉的背风面下沉，空气在下沉过程中逐渐变得暖和，这股干热空气导致欧文山谷中沙漠的形成。

想一想 为什么降雨主要集中在山脉的迎风面？

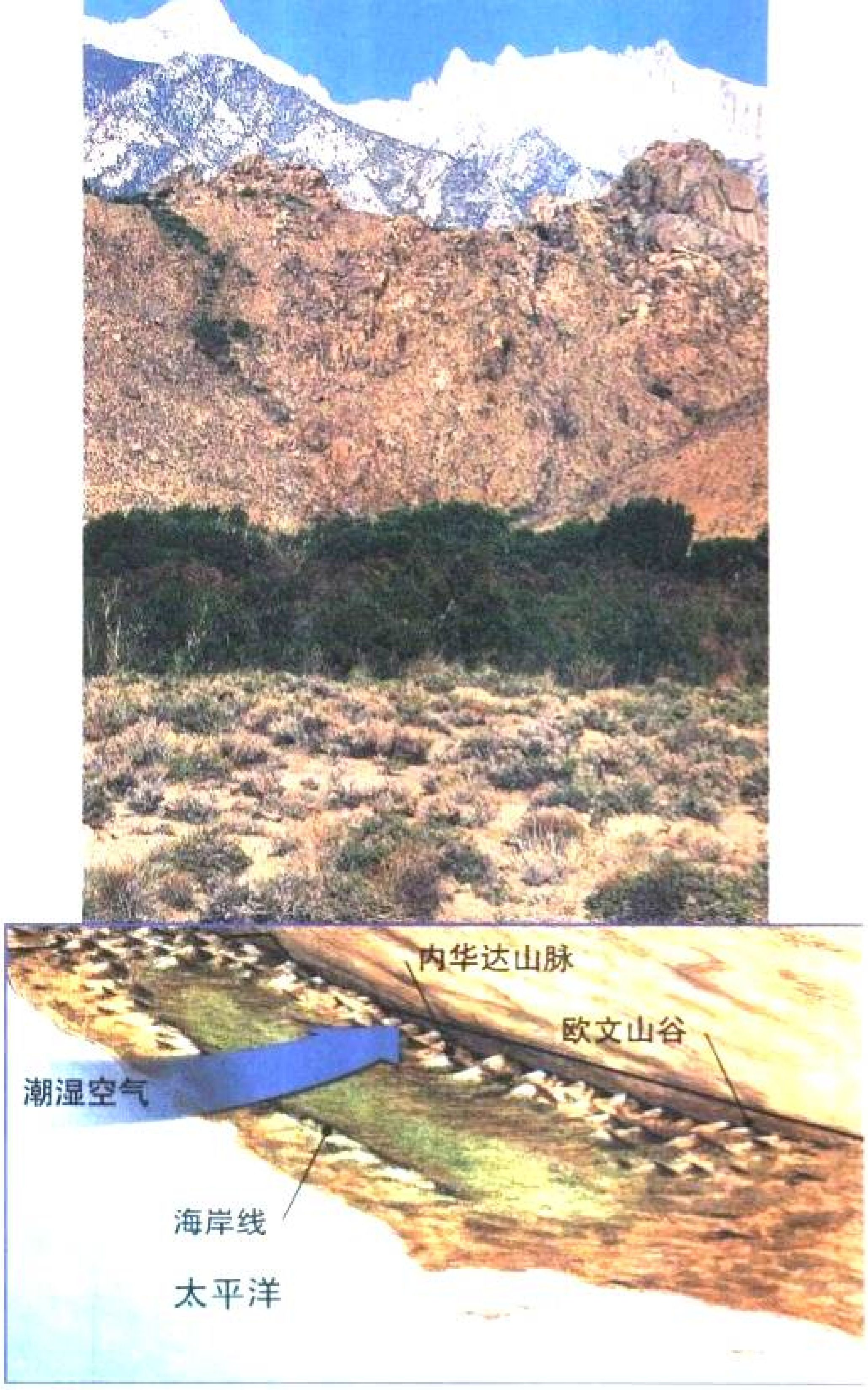


图4-5 内华达山脉穿过加利福尼亚的东部，与太平洋海岸平行。上图中的内华达山脉东面就是欧文山谷。

推论 *欧文山谷是位于山脉的迎风面还是背风面？*

小气候

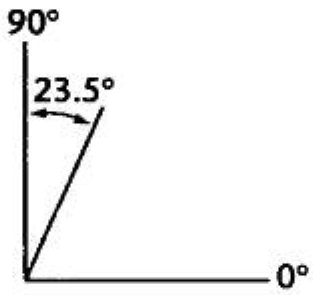
你是否曾经注意到树丛中的空气要比空地上的更凉爽、更湿润？虽然小区域的气候也受大范围气候带气候特征的影响，但一些小区域有自己特定的气候特征，叫做**小气候**(**microclimate**)。内陆山脉、湖泊、森林等自然景物都能影响附近的气候，形成小气候。

你可能在有高层建筑群的市区或者在海洋中凸起的多风半岛上发现过小气候。即使在一个小公园里，如果它比附近地段阳光更充足，风更大，那么这里就可能存在小气候：草坪上的草集满露珠，就像一片雨林，而公园的小径却像沙漠一样干燥。

数学工具箱

角度

太阳光以不同的角度照射在地球表面。交于一点的两条射线构成角。角用“度”来衡量，圆周角等于360度。

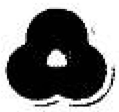


当太阳位于赤道正上方时，太阳光线以90°角直射在地球表面。90°角也叫做直角，它是圆周角的$\frac{1}{4}$。

当太阳在地平线附近时，太阳光线与地球表面几乎成0°角。

地轴倾斜的角度是23.5°。23.5°大约是直角的几分之几？

季节


与太空科学的综合 我们所归纳的一个气候带的平均气候特征并不是全年一成不变的。除了热带以外，大多数地区一年可分为四个季节：冬季、春季、夏季和秋季。

你可能会以为在夏季，地球离太阳最近，而冬季地球离太阳最远。如果那是真的，那么地球上的任何地方都同时进入夏季。而事实上，当北半球处于夏季时，南半球正好是冬季。所以季节并不是由地球和太阳的距离变化而形成的。

倾斜的地轴 第119页的“探索四季”说明了倾斜的地轴与太阳的关系。**季节是由于当地球绕太阳旋转时地轴的倾斜形成的。**地轴是一条连结地球两极，穿过地球中心的想像的直线，地球每天围绕着这根轴旋转一次。地轴并不是垂直的，而是以23.5°角倾斜，地轴总是对着同一个方向——北极星。地球绕着太阳旋转，在一年中，有一段时间地轴的北端远离太阳，而有一段时间则对准太阳。

冬季和夏季 参照第119页的“探索四季”。在6月，地轴的北端向哪个方向倾斜？如图，北半球从太阳接收到更多的直射光，白天也比夜晚长。更多的直射光和长日照使得北半球的地球表面比一年中其他任何时候都暖和，这就是夏季。

同样在6月，当地轴的北端向太阳倾斜时，地轴的南端远离太阳倾斜。照射到南半球的太阳直射光较少，白天比黑夜短。因此南半球正处于冬季。

现在看看12月的情况。地轴北端朝哪个方向倾斜？此时太阳照射在北半球的直射光较少，白天也变短。因此在12月，北半球是冬季，而南半球是夏季。

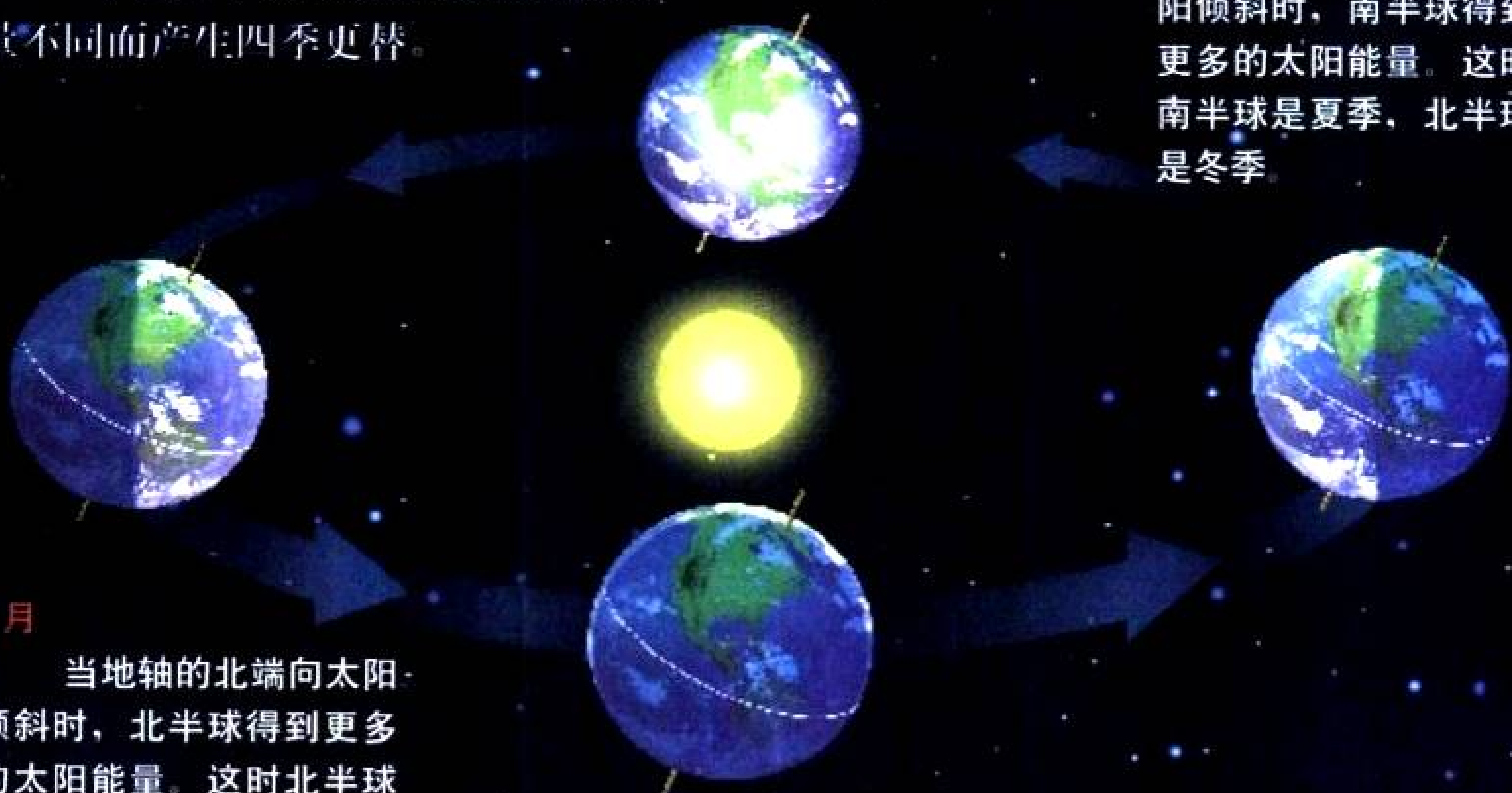
每年两次，3月和9月，地轴的两端都不对着太阳倾斜，这时，一个半球处于春季，另一个半球处于秋季。

探索 四季

季节是由倾斜的地轴形成的。由于两个半球从太阳接收到的能量不同而产生四季更替。

12月

当地轴的南端向太阳倾斜时，南半球得到更多的太阳能量。这时南半球是夏季，北半球是冬季。



6月

当地轴的北端向太阳倾斜时，北半球得到更多的太阳能量。这时北半球是夏季，南半球是冬季。

3月和9月

当地轴的两端都不对着太阳倾斜时，两个半球得到的太阳能量相同。

第一节复习

1. 说出四个影响一个地区气温的主要因素。
2. 盛行风是如何影响一个地区的降水量的？
3. 山的哪一边雨水较多，迎风面还是背风面？
4. 地轴的倾斜如何形成四季交替？
5. **理性思维　构想假说**　如果地轴不倾斜，气候将有什么不同？

课题 4

检查进度

你选择好研究小气候的地点了吗？如果你所选择的场地是私人财产，应先获得允许。在日记本上记录观测数据。你认为这些地方有什么特别的气候特征？记下你的猜测。现在你可以开始观测每天的天气状况了。

提示：切记必须在每天的同一时间进行观测。

太阳光线与角度

在这个实验里，我们将调查太阳光的照射角度是如何影响地球表层不同部位吸收到的能量的。

问题

光源的照射角度如何影响温度的变化率？

材料

书 方格纸 铅笔 剪刀 尺 钟表 清除带 3枝温度计 量角器 100瓦白炽灯 黑色的绘图纸

步骤

1. 剪下一张5 cm × 10 cm的黑色绘图纸。把这张纸对折并粘住两边，做成一个纸袋。
2. 重复步骤1，再做两个纸袋。
3. 每个纸袋中放入一枝温度计。
4. 把装有温度计的纸袋放在如图所示的位置，使一枝温度计与桌面垂直（成90°角），另一枝与桌面成45°角，第三枝水平放置（成0°角）。用量角器来确定角度，并用书支撑温度计。
5. 把白炽灯放在距离每枝温度计球都是30cm处。白炽灯在实验过程中不能移动。
6. 在笔记本上绘制一张如下所示的数据表。
7. 在数据表中记录三枝温度计的温度。（这时三枝温度计的读数应相同。）
8. 打开白炽灯。每隔1分钟记录一次每枝温度计上的读数，共记录15次。**注意**：*小心不要触摸炙热的白炽灯。*
9. 15分钟后，关闭白炽灯。

分析和总结

1. 在这个实验中，哪个是自变量？哪个是应变量？为什么？
2. 将数据绘制成折线图。先如图画出横轴和纵轴，再分别用实线、虚线和点线来表示3枝温度计的读数。
3. 根据你所得的数据，位于哪个角度的温度计温度升得最快？
4. 位于哪个角度的温度计温度升得最慢？

数 据 表

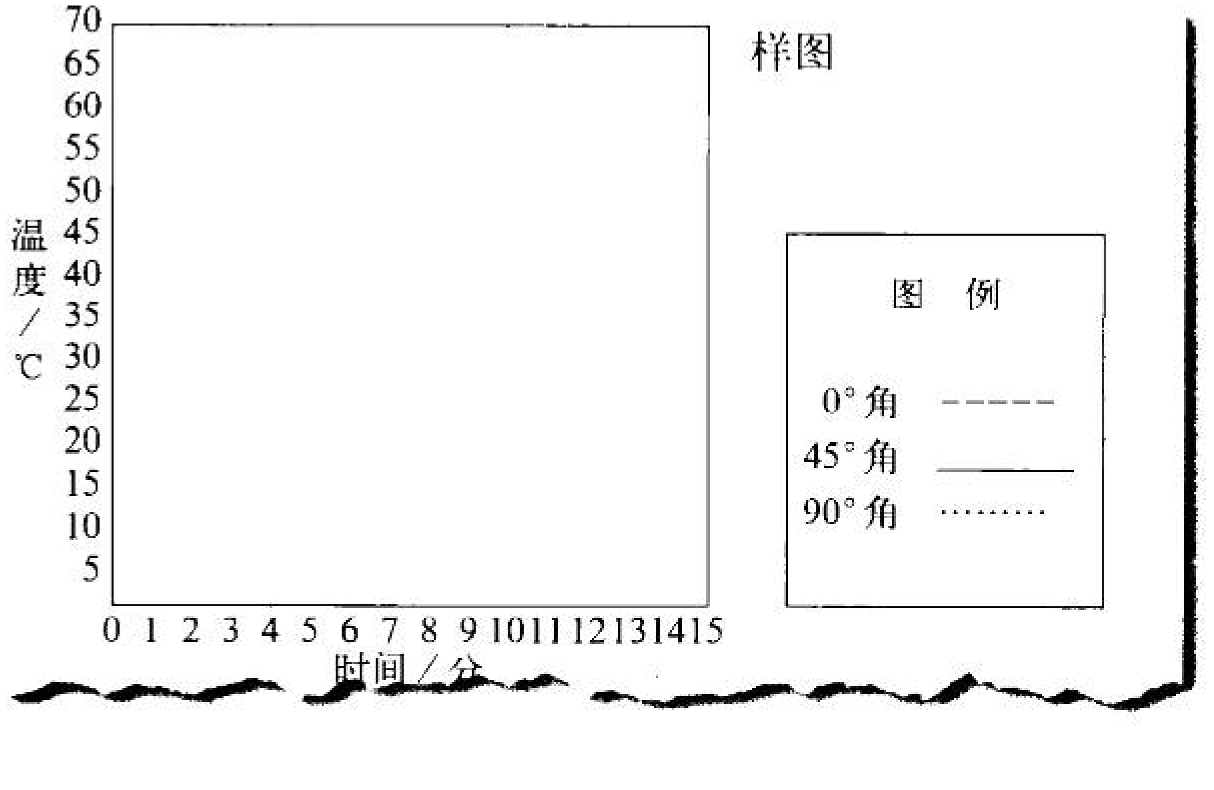
时间/分	温度/℃		
	0°角	45°角	90°角
开始			
1			
2			
3			
4			
5			



5. 各温度计分别代表了地球上哪部分区域？
6. 为什么即使北半球向太阳倾斜时，北极的夏天仍非常寒冷？
7. **想一想** 在这个实验中，哪些量保持不变？

实验设计

设计一个实验，探索当白炽灯远离温度计时，上述实验结果会如何变化。然后再设计一个实验，探索当白炽灯更靠近温度计时实验结果的变化。



SECTION 2

气候带

探索 活动



你知道哪些气候类型

1. 从杂志和报纸上收集全球不同地区的陆地风光照片。
2. 根据相同的天气特征将这些照片分类。

思考

概括 选择一些词汇来描述每种气候特征。你将怎样描绘你所在地区的天气类型?

阅读指南

- 定义气候的要素有哪些?
- 全球主要有哪五个气候带?

阅读提示 *在你阅读之前,先预览"探索气候带"。把有关气候带的疑问列出来。*

在17世纪,当西班牙移民者迁移到加利福尼亚时,他们随身带来了家乡的植物。这些传教团的教士和牧师种植了葡萄园和果园,他们发现葡萄树、无花果树和橄榄树在加利福尼亚长得跟西班牙一样好。为什么呢?答案是西班牙和加利福尼亚具有相似的气候条件。

气候的分类

西班牙教士经过漫长的旅行,却找到了一个和他们的家乡气候相似的地方。如果你出去旅行,到一个无论天气、阳光、甚至植物和树种都与你的家乡差距很大的地方,你知道是什么导致了这些差别吗?

科学家根据两个气候要素——温度和降水量来对气候进行分类。他们的依据是由弗拉迪米尔·柯本大约在1900年建立的气候分类体系。这个体系可以鉴别主要的气候,并能再继续细分。

五种主要气候是:热带雨林气候、干旱气候、温带海洋性气候、温带大陆性气候和极地气候。要注意无论是热带还是寒带,都只有一种干燥型气候。气候带分布见第124~125页的"探索气候带"。



橄榄树

在“探索气候带”中还介绍了第六种气候类型：山地气候。我们知道，山顶的温度要比山周围地区的温度低得多，所以山地气候可以存在于其他气候带中。

在地图上，我们能明显地看到两个气候带之间的界线。然而实际两个气候带之间当然不会有这么明显的界限，每个气候带之间都是逐步融合的。

☑ ***想一想　有哪五个主要的气候带？***

热带雨林气候

热带雨林气候有两种类型：湿热带雨林气候和半干旱半湿润热带雨林气候。如“探索气候带”图中，湿热带气候就在赤道附近地势较低的地区，在湿热带的北面和南面是两条半干旱半湿润热带气候带。

湿热带气候　湿热带气候的地区雨量充沛，经常在中午下暴雨。由于终年炎热且雨水充足，那里的植物长得郁郁葱葱，形成繁茂的热带雨林。**雨林(rain forest)**是指生长在终年有可观降雨量的地区的森林。雨林中柚木和桃花心木之类的巨树高耸入云，就像一个“天蓬”，地面布满小灌木丛和藤本植物。雨林中还生活着很多动物，如色彩斑斓的鹦鹉、犀鸟、蝙蝠、昆虫、青蛙和蛇等。

在美国，只有夏威夷群岛的迎风面属于湿热带气候，这里的降雨量非常大——位于夏威夷群岛迎风面的考艾岛平均每年的降雨量超过 10 m。夏威夷群岛上的雨林生长着种类繁多的植物，包括蕨类植物、兰花、各种树木等。

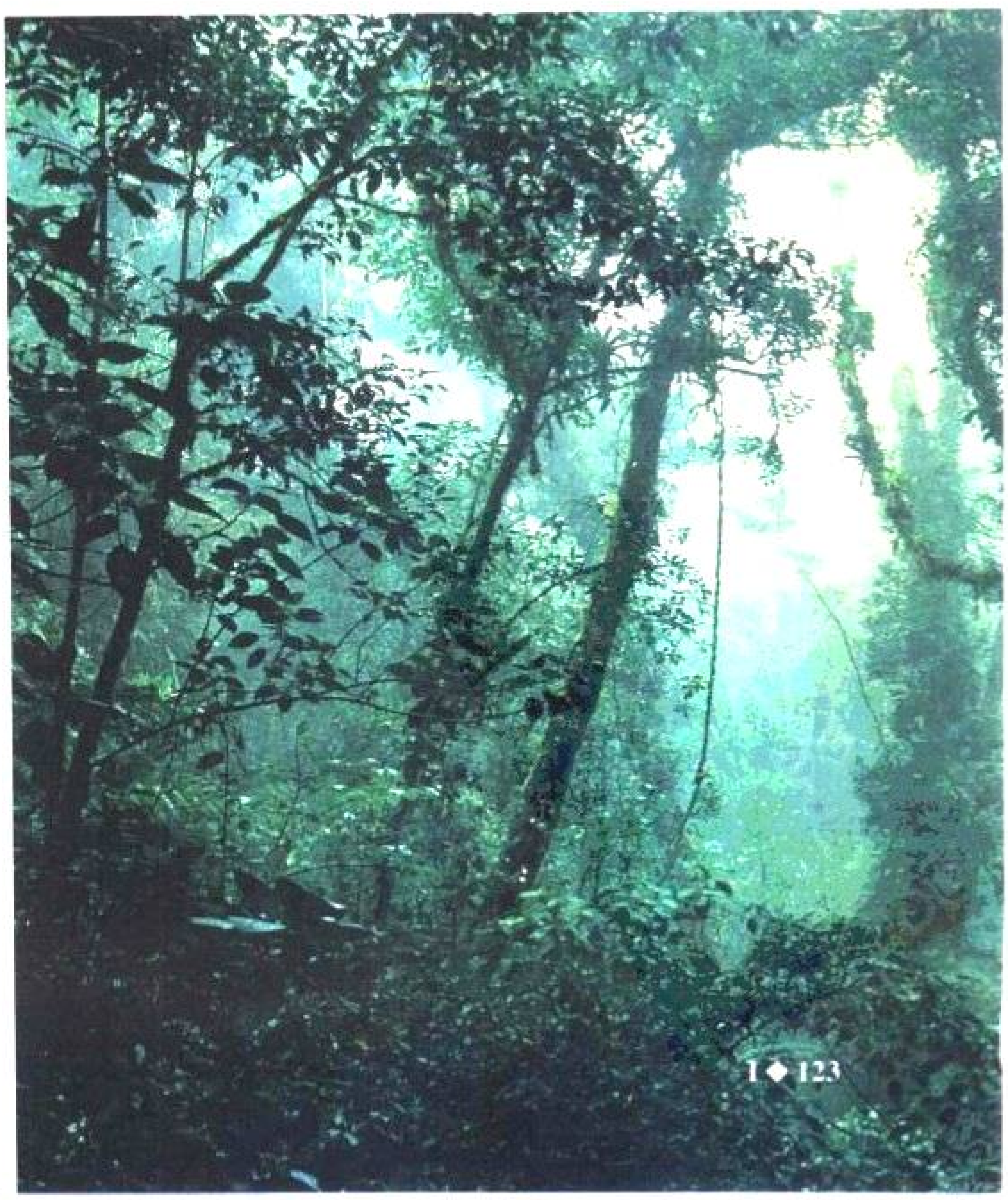


图 4-6　繁茂的热带雨林在湿热带气候中生长。
因果关系　*哪些气候因素能促进植物的生长？*

探索 气候带

科学家综合考虑温度和降水量两个因素对气候进行分类。高山地带的气候随着海拔高度的变化而急剧变化。



热带雨林气候
温度总是等于或高于18℃。

湿热带气候　炎热且潮湿，终年有充足的降水量（每月至少6cm）。

半干旱半湿润热带气候　炎热，雨季和旱季轮流交替，雨季有大的降水量。

干旱气候
在那些潜在的蒸发量比降水量大得多的地区，可以是炎热地区，也可以是寒冷地区。

干燥气候　沙漠，几乎没有降水量，通常每年少于25cm。

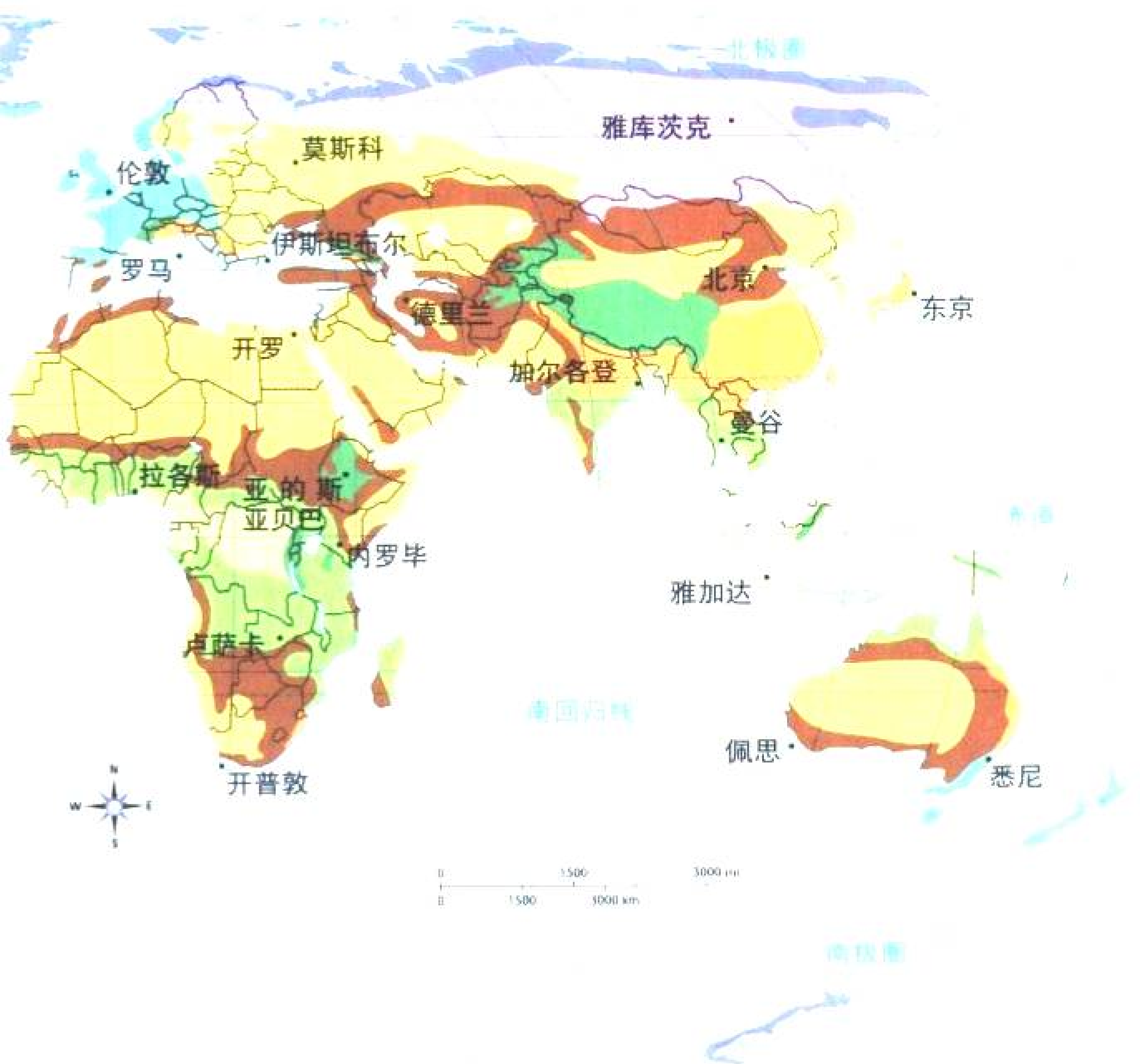
半干旱气候　干燥，每年有25～50cm的降水量。

温带海洋性气候
在最暖和的月份，平均温度大于或等于10℃；在最冷的月份，平均温度在-3～18℃之间。

地中海气候　暖和、干燥的夏季和多雨的冬季。

亚热带湿润气候　炎热的夏季和凉爽的冬季。

西海岸海洋性气候　温和的冬季和凉爽的夏季，终年伴随着适度的降水量。



温带大陆性气候
在最暖和的月份，平均气温不低于10℃；在最冷的月份，平均气温不高于 -3℃。

湿润大陆性气候　夏季炎热且潮湿，冬季寒冷，终年伴有适度的降水量。

亚北极气候　夏季微冷较短、冬季漫长、寒冷。有少量的降水量，多集中在夏天。

极地气候
在最暖和的月份，平均气温都低于10℃。

苔原气候　夏季寒冷较短，大多数时间酷寒，全年最高气温大约为10℃。

冰原气候　终年酷寒，平均气温不高于0℃。

山地气候
一般比周围低地更凉爽、湿润、温度随着海拔高度的上升而降低。

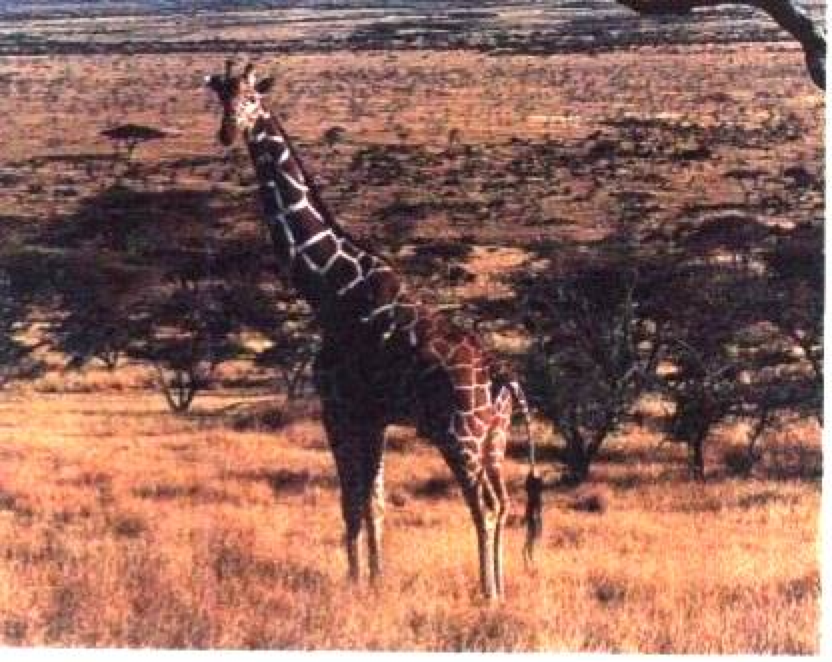


图 4-7 一只斑纹状长颈鹿凝视着非洲热带稀树大草原上的草和灌木丛。热带稀树大草原通常在半干旱半湿润气候带出现。

半干旱半湿润热带气候 半干旱半湿润热带气候比热带气候降水量小，具有明显的旱季和雨季。这个气候带的植被特征是**热带稀树大草原(savanna)**。一丛丛能在旱季生存下来的矮树星罗棋布于粗糙的草地上。美国只有一小部分——佛罗里达州的南端属于半干旱半湿润热带气候。

想一想 *美国哪些地区的气候属于热带雨林气候?*

干旱气候

如果降水量小于可能潜在的蒸发量，那么气候属于干燥型。在凉爽的天气，水蒸发的速度比较慢，因此具有同样少降水量的地区，炎热地区比凉爽地区感觉更干燥。

请查看“探索气候带”图，美国的哪些地区气候比较干燥？为什么降水量会那么少？事实上，正如你所看到的，干旱地区通常在内陆，远离能带来湿润气团的海洋。另外，美国干旱区的大部分都位于西部的内华达山脉和落矶山脉的雨影区。从太平洋来的湿润气团在跨越这些山脉时失去大部分水分，因此只有少量的雨或雪被带到干旱地带。

干燥气候 “沙漠”这个词可能会让你联想到酷热的天气和流动的沙丘。然而并不是所有的沙漠都是炎热的沙地，有些沙漠却非常寒冷、遍布光秃秃的岩石。干燥地区、或**沙漠(desert)**平均每年只有少于25 cm的降水量，有几年甚至根本没有降雨。只有如仙人掌、丝兰之类特殊的植物能在如此干旱、气温不是极热就是极冷的沙漠中生存。在美国，加福尼亚的一小部分、大盆地和西南部属于干燥气候。



图4-8 旱地小麦农场在大平原的干旷草原地带是很常见的。

对比 *干旷草原与图4-7的热带稀树大草原有哪些相似之处？有什么区别?*

半干旱气候 在“探索气候带”图中找出处于半干旱气候的地区。正如你所看到的，大的半干旱气候区通常位于沙漠的边缘。干旷草原虽然干燥，但每年的降水量足够供给短草和矮灌木丛的生长。因此，**干旷草原(steppe)**也称为草原或牧草地。

大平原是美国的干旷草原地带。种类繁多的短草、野花与分散的灌木林随处可见。家畜如菜牛、绵羊、山羊等的放牧是大平原经济的重要组成部分，那里的农作物包括小麦和燕麦在内的各种谷类和向日葵。

温带海洋性气候

查看“探索气候带”图，沿着中温带的大陆海岸线，你会找到第三个主要的气候带——温带海洋性气候带。温带海洋性气候有三种类型，受海洋的缓和作用，这三种类型的气候带都具有湿润、冬季温和的特征。

西海岸海洋性气候 最冷的温带海洋性气候带位于北纬40° 以北和南纬40° 以南大陆的西海岸。潮湿的海洋气团给这些地区带来了多雨的天气，且冬暖夏凉。

在北美，西海岸海洋性气候带从加利福尼亚北部延伸到阿拉斯加南部。在美国太平洋沿岸的西北部，来自太平洋的湿润空气撞击海岸山脉的西部斜坡而上升，当空气冷却下沉时，便形成大量的降雨或降雪。

得益于降水充沛，这个地区的树木高大，森林茂盛，树种包括松类或结松果类树木，如司特加云杉、道格拉斯冷杉、红木和西部的红雪松等。最主要的工业是收割业和木材粗加工，为进一步生产木材、纸张和家具作准备。

·试 一 试·

模拟湿润的气候条件 活动

下面是制作湿气的步骤。

1. 在两只小塑料杯中倒入相等量的水。
2. 在每只杯口上盖一张透明的塑料薄膜，用橡皮筋扎紧。
3. 把一只杯子放到温暖有太阳的窗台或靠近电暖炉处，另一只放在阴凉处。
4. 一整天后，观察这两只杯子。两只杯子的塑料薄膜上有什么现象？

推论 对位于温暖气候带和凉爽气候带的空气，你认为哪一个能携带更多的水汽？为什么？请从太阳能的角度解释你的观点。



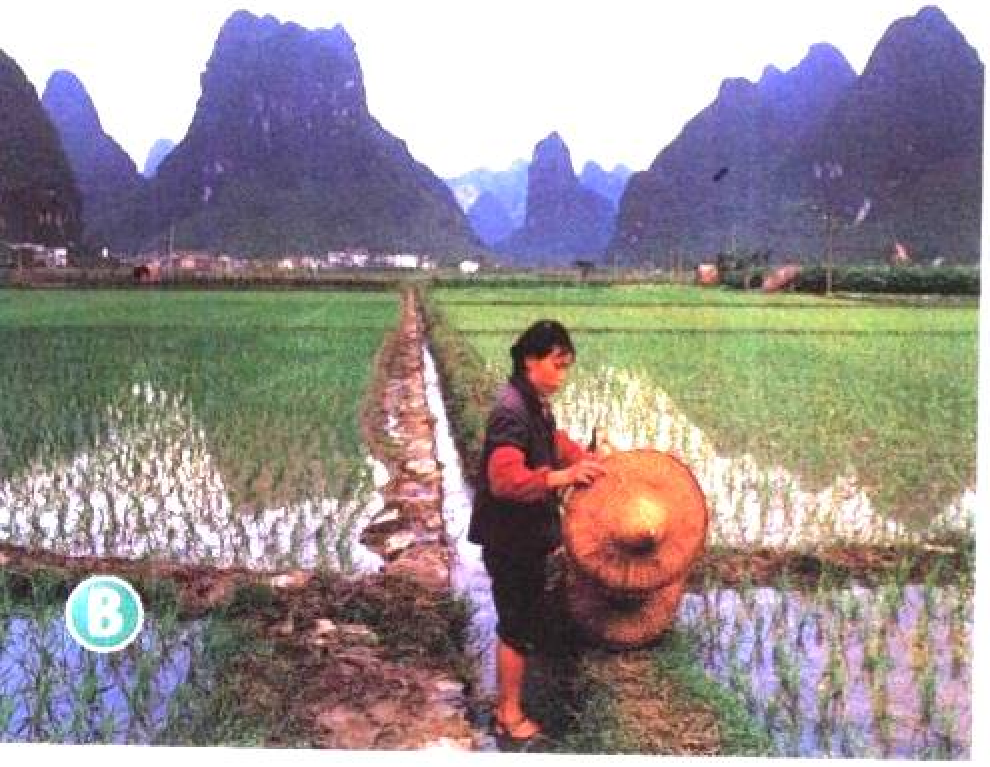
图4-9 西雅图和华盛顿都属于西海岸海洋性气候，这里的夏季凉爽多雨，冬季温暖湿润。



地中海气候　比西海岸气候更干、更暖热的海岸气候是地中海气候。在"探索气候带"图上找出地中海气候带。在美国，加利福尼亚的南部海岸就属于地中海气候。这种气候温和，一年只有两个季节：冬季，海洋气团带来凉爽、多雨的天气；夏季，天气暖热，几乎没有降雨量。

图4-10　A. 意大利的大部分地区都属于地中海气候，夏季暖热干燥，冬季凉爽多雨。B. 和中国一些地方一样，亚热带湿润气候带的农作物是水稻。

比较和对比 *地中海气候与亚热带湿润气候有哪些相似之处？有什么区别？*



地中海气候有两种主要的植被类型，一种由茂盛的灌木丛和小树组成，称为沙巴拉群落；另一种包括一些草地和橡树。

农业是加利福尼亚地中海气候带经济的重要组成部分。一些农作物，如橄榄树和葡萄最早由西班牙移民者引进。利用灌溉，农民又培植了很多种类的农作物，如水稻、橘子、蔬菜、水果和坚果等。

亚热带湿润气候　最暖和的温带海洋性气候位于热带的边缘。亚热带湿润气候炎热潮湿，但不像热带那样终年炎热。在"探索气候带"图上找出亚热带湿润气候带。

美国的东南部属于亚热带湿润气候。夏季炎热，降水量比冬季大得多。热带海洋气团进入内陆，给美国南部城市，如华盛顿、新奥尔良和亚特兰大带来了暴雨、飓风之类的热带型天气。冬季比较温和，雨比雪多。但当来自北部的极地气团的流入，将带来冰冻和严重的霜冻。

由橡树、岑树、山胡桃树和松树等组成的混合森林生长于美国的亚热带湿润地区。棉花曾经是该地区最重要的农作物，现在，橘子、葡萄柚、桃子、花生、甘蔗和水稻等农作物，对该地区经济所起的作用也越来越重要了。

想一想　亚热带气候和热带气候最主要的区别是什么？

温带大陆性气候

温带大陆性气候带位于北半球。由于受海洋的影响较少，温带大陆性气候有极温现象。为什么只有北半球有温带大陆性气候？因为南半球南纬40° 以南的大陆部分离海洋不够远，无法形成干燥的大陆气团。

湿润大陆性气候 热带气团和极地气团给湿润大陆性气候带来了持续变化的天气。冬季，极地大陆气团向南流动，带来了严寒；夏季，热带气团向北流动，带来了炎热和雨水。湿润大陆性气候带的夏季雨量适中，冬季只有少量的降雨或降雪。

美国的东北部和中西部属于湿润大陆性气候。在美国的东北部有一条森林类型带——从南部的混合森林到北部的松类森林；美国的中西部以前曾是大片牧场，现在已改为农场。这里的农民种植小麦、玉米、其他谷类和大豆，这些农作物是人、猪、家禽和菜牛的主要食物。

亚北极气候 亚北极气候带在湿润大陆性气候带的北面。世界上最大的亚北极气候带在俄罗斯、加拿大和阿拉斯加。亚北极气候的夏季短暂凉爽，冬季漫长寒冷。

在美国北部，云杉和冷杉类松类树木形成了巨大的北部森林，这片森林从阿拉斯加一直延伸到加拿大的东海岸。在这片森林里生活着许多庞大的哺乳类动物，如熊、狼和驼鹿等。还有很多像海狸、豪猪和红松鼠等小型哺乳动物以及松鸡、猫头鹰等鸟类。木制品是这里经济的重要组成部分。

增进技能

分类

活动

下表给出了3个城市的气候资料。

	A城市	B城市	C城市
1月份的平均气温/℃	12.8	18.9	-5.6
7月份的平均气温/℃	21.1	27.2	20
年平均降水量/cm	33	152	109

描绘这3个城市的气候特征。如果这3个城市分别是洛杉矶、波特兰、缅因州，请把它们一一对应。可以利用第124 ~ 125页的“探索气候带”图来帮助你辨别各城市的气候特征。



图4-11 亚北极气候带的夏天凉爽，冬天寒冷。这个地带的森林也被称为“云杉－驼鹿带。”



图 4-12 企鹅生活在南极的冰原气候带。

极地气候

极地气候带是最寒冷的气候带。冰原气候和苔原气候只有在北极和南极附近才能找到。

冰原气候 在“探索气候带”图上可以看到，冰原气候带主要分布在格林兰岛和南极。这里的平均气温总是低于冰点，因此冰原气候带的陆地始终被冰雪覆盖。由于酷寒干燥，只有苔藓和一些矮小植物能在岩石上生存。

苔原气候 苔原气候带穿过阿拉斯加北部，一直延伸到加拿大和俄罗斯。苔原气候只有严寒的冬季和短暂寒冷的夏季两个季节。因为寒冷，很多层苔原土壤总是冰冻着。这种永久性冰冻着的苔原土壤称为**永久冻土(permafrost)**。在夏季，永久冻土往往潮湿并且多沼泽地。

苔原气候特征不适合树木的生长，但在短暂的夏季，苔原气候带仍充满生机。蚊子等昆虫在永久冻土的沼泽中孵化，苔藓、草、青苔、野花和灌木丛等快速生长。成群的北美产驯鹿和麝牛以蔬菜为食，同时也被狼群所捕食。一些鸟类，如白尾松鸡，终年在苔原气候带生活，而其他鸟类，如南极燕鸥和许多水鸟则在这里度过夏天后南飞。

想一想 哪类植物能在苔原气候带生存？

图 4-13 虽然苔原气候带非常寒冷，但仍然生活着很多植物和动物。

观察 *这些麝牛是如何适应寒冷的气候的？*



山地气候

为什么高地会有独特的气候特征？我们知道，温度随着海拔的升高而下降，所以高原地带比它周围地区冷得多。持续升高的海拔高度所形成的气候变化，与随纬度升高而形成气候变化的原理类似。在热带，高地就像寒冷的岛屿俯瞰着下面那些炎热的低地。

山脉中较低斜坡上的气候跟周边地区相同。比如，洛基山脉山脚的气候与大平原一样是半干旱气候。但当你继续向上攀登，温度不断降低。海拔上升1千米就像向北走了1 200千米。高山上的气候和亚北极气候类似，亚北极气候带典型的树木和动物，如松树，驼鹿和豪猪等也能在山上的森林中找到。

当海拔达到森林线以上，没有树木可以生存。森林线以上的气候与苔原气候类似，只有一些矮小的植物、苔藓和青苔能在那儿生长。

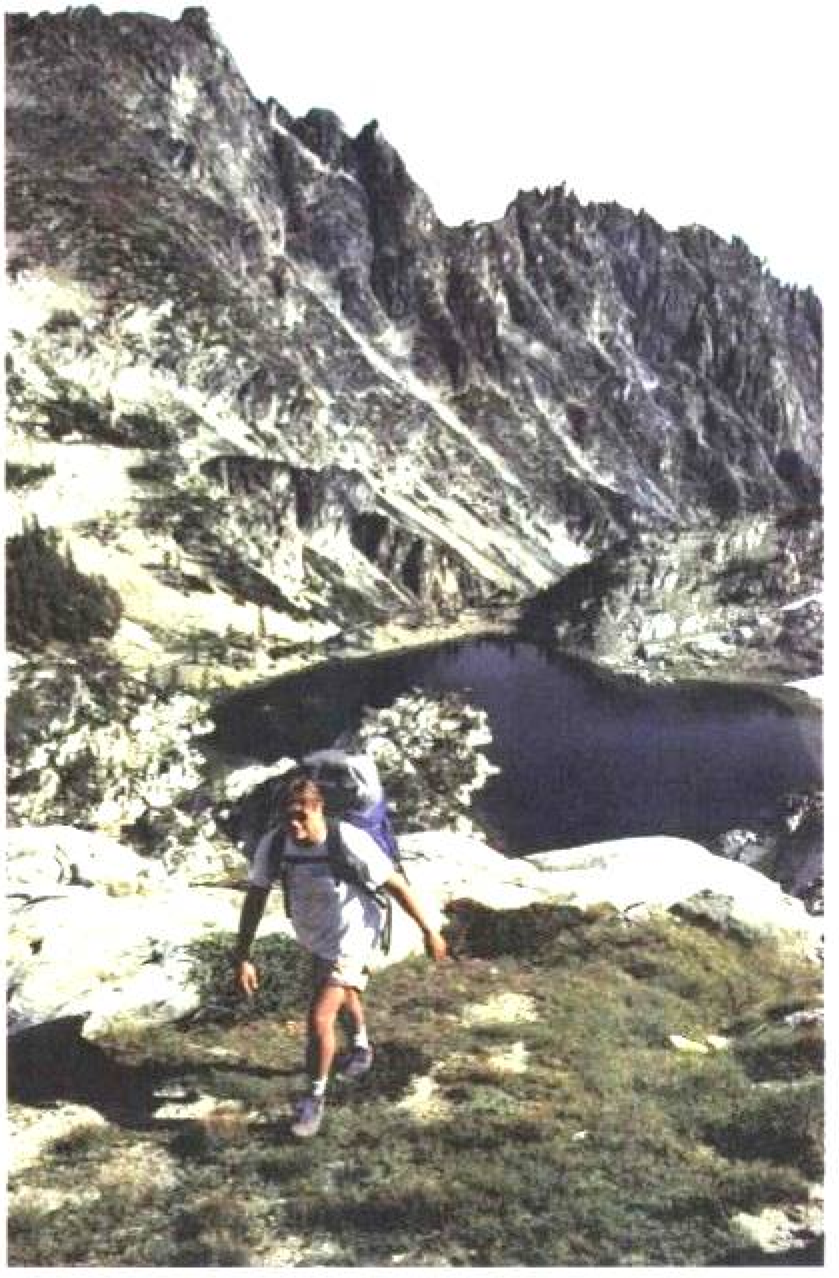


图4-14 这座山的山顶非常寒冷，风速很大，树木很难生长。

分类 *山顶上的气候与哪个气候比较类似？*

第二节复习

1. 哪两个因素可作为气候分类的依据？
2. 简要叙述五个主要的气候类型。
3. 举三个例子说明气候是如何决定植物和动物类型的。
4. **理性思维 应用概念** 俄罗斯中部和法国的西海岸，哪个地区的冬天更寒冷？为什么？
5. **理性思维 分类** 根据有无树木生长，对主要的气候带进行分类。

身边的科学

向你的家人描述各个气候类型的特征。你家生活在哪个气候带中？有哪些植物和动物生存？这些植物和动物的哪些特性能使它们适应这个气候？

美妙的气候折线图

如果你是一名娱乐设施公司的土地资源策划者。公司正在考虑购买位于同纬度的4个城市中的土地，你的工作是决定哪个城市最适合建造水上公园，哪个城市最适合建造滑雪游览中心。

问题

根据气候资料，你怎样确定建造地点?

技能

绘制图表，分析数据，得出结论

材料

计算器

刻度尺

3张方格纸

黑色、蓝色、红色和绿色铅笔

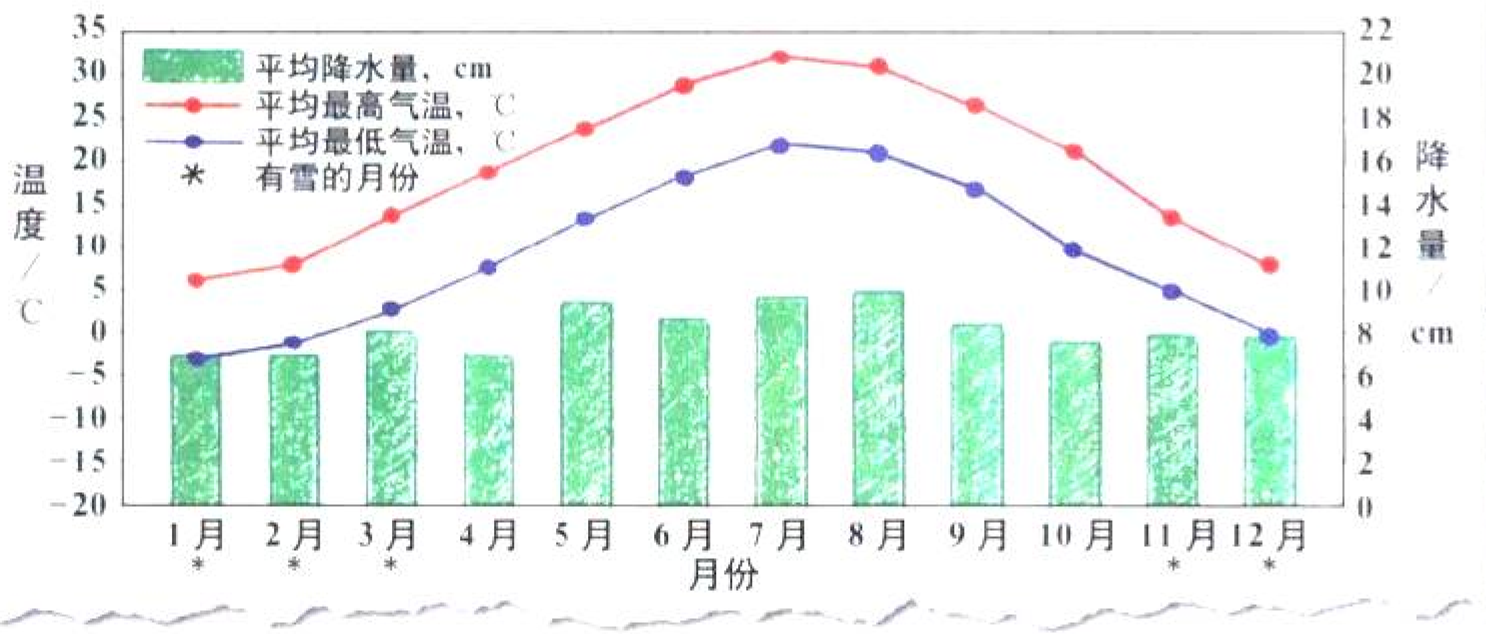
第124~125页的气候图

有城市名称和纬度线的美国地图

步骤

1. 分三个小组工作。每人将城市A，B，C之一的资料绘制成图表。
2. 在绘图纸上，用黑色铅笔画出如下图所示气候统计图的轴线。用A城市，B城市，或C城市来命名气候统计图。
3. 用绿色铅笔画出该城市每月平均降水量的条形图。如果降雪量超过“轻微”，在那个月的月名下标注星号。
4. 用红色铅笔描绘每月的平均最高气温。先用点在方格中描出每个月的最高温度，然后用光滑的曲线把这些点连结起来。
5. 用蓝色铅笔描绘每月的平均最低温度。画法同第4步。
6. 计算这个城市总的年平均降水量，可以把每个月的平均降水量相加，再除以12来计算。

华盛顿气候统计图



气候资料

华盛顿	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
平均最高气温/℃	6	8	14	19	24	29	32	31	27	21	14	8
平均最低气温/℃	−3	−2	3	8	14	19	22	21	17	10	5	0
平均降水量/cm	6.9	6.9	8.1	6.9	9.4	8.6	9.7	9.9	8.4	7.6	7.9	7.9
有雪的月份	*	*	*	轻微	—	—	—	—	—	轻微	*	*
A城市	**1月**	**2月**	**3月**	**4月**	**5月**	**6月**	**7月**	**8月**	**9月**	**10月**	**11月**	**12月**
平均最高气温/℃	13	16	16	17	17	18	18	19	21	21	17	13
平均最低气温/℃	8	9	9	10	11	12	12	13	13	13	11	8
平均降水量/cm	10.4	7.6	7.9	3.3	0.8	0.5	0.3	0.3	0.8	3.3	8.1	7.9
有雪的月份	轻微	轻微	轻微	—	—	—	—	—	—	—	—	轻微
B城市	**1月**	**2月**	**3月**	**4月**	**5月**	**6月**	**7月**	**8月**	**9月**	**10月**	**11月**	**12月**
平均最高气温/℃	5	7	10	16	21	26	29	27	23	18	11	6
平均最低气温/℃	−9	−7	−4	1	6	11	14	13	8	2	−4	−8
平均降水量/cm	0.8	1.0	2.3	3.0	5.6	5.8	7.4	7.6	3.3	2.0	1.3	1.3
有雪的月份	*	*	*	*	*	—	—	—	轻微	*	*	*
C城市	**1月**	**2月**	**3月**	**4月**	**5月**	**6月**	**7月**	**8月**	**9月**	**10月**	**11月**	**12月**
平均最高气温/℃	7	11	13	18	23	28	33	32	27	21	12	8
平均最低气温/℃	−6	−4	−2	1	4	8	11	10	5	1	−3	−7
平均降水量/cm	2.5	2.3	1.8	1.3	1.8	1	0.8	0.5	0.8	1	2	2.5
有雪的月份	*	*	*	*	*	轻微	—	—	轻微	轻微	*	*

分析和结论

比较你绘制的气候统计图与观察结果。根据已画成的三个城市和华盛顿的气候统计图，回答下列问题。

1. 这4个城市中，哪个城市的年平均气温变化幅度最小？
2. 4个城市各位于哪个气候带？
3. 下面城市的气候各与哪张气候统计图相符合？

科罗拉多温泉	北纬39°
旧金山	北纬38°
里诺	北纬40°
华盛顿	北纬39°

4. 即使这些城市几乎都在同一纬度上，为什么它们的气候统计图差距这么大？
5. **应用** 哪个城市最适合建造水上公园？哪个城市最适合建滑雪游览中心？在建造这些娱乐场所时，还应考虑哪些其他因素？为什么？

进一步的探索

你生活的地区属于哪种气候类型？找出你所住社区所有的户外娱乐设施。各种娱乐设施是如何适合气候特征的？

SECTION 3 气候的长期演变

探索　活动

树的年轮告诉我们什么

1. 观察第135页上树的年轮的图片。年轮是树木生长新木层显出的环状纹理。
2. 仔细观察年轮的图片，它们的厚度相等吗？
3. 什么样的气候条件能使树木形成疏密不同的年轮呢？

思考

推论　通过观察年轮，你怎样推测过去的天气状况？

阅读指南

- ◆ 科学家遵循什么原则来研究古代气候？
- ◆ 在冰期，地球表层发生了什么变化？
- ◆ 什么理论被用来解释自然界的气候演变？

阅读提示　在阅读前，先欣赏一些艺术品、图片，浏览本节标题，预测气候是怎样随时间的推移而改变的。

美国西南部最伟大的原始文化之一是原始印地安村庄文明。当时这些村民从事农业劳动，用石头和晒干的泥土建造了由上百间房子组成的印地安村庄。大约1 000年是该文明最繁盛的时期，村民们种植玉米、大豆和南瓜等农作物，并与其他部落进行交易。但到1 200年晚期，由于气候日趋干旱，农作物产量也日趋减少，结果原始印地安村庄被迫迁往别处。

尽管气候的演变非常缓慢，然而，无论是对一个小区域，还是对整个地球而言，最后的结果却是巨大的。气候的变化改变了包括原始印地安村庄文明在内的很多文明。

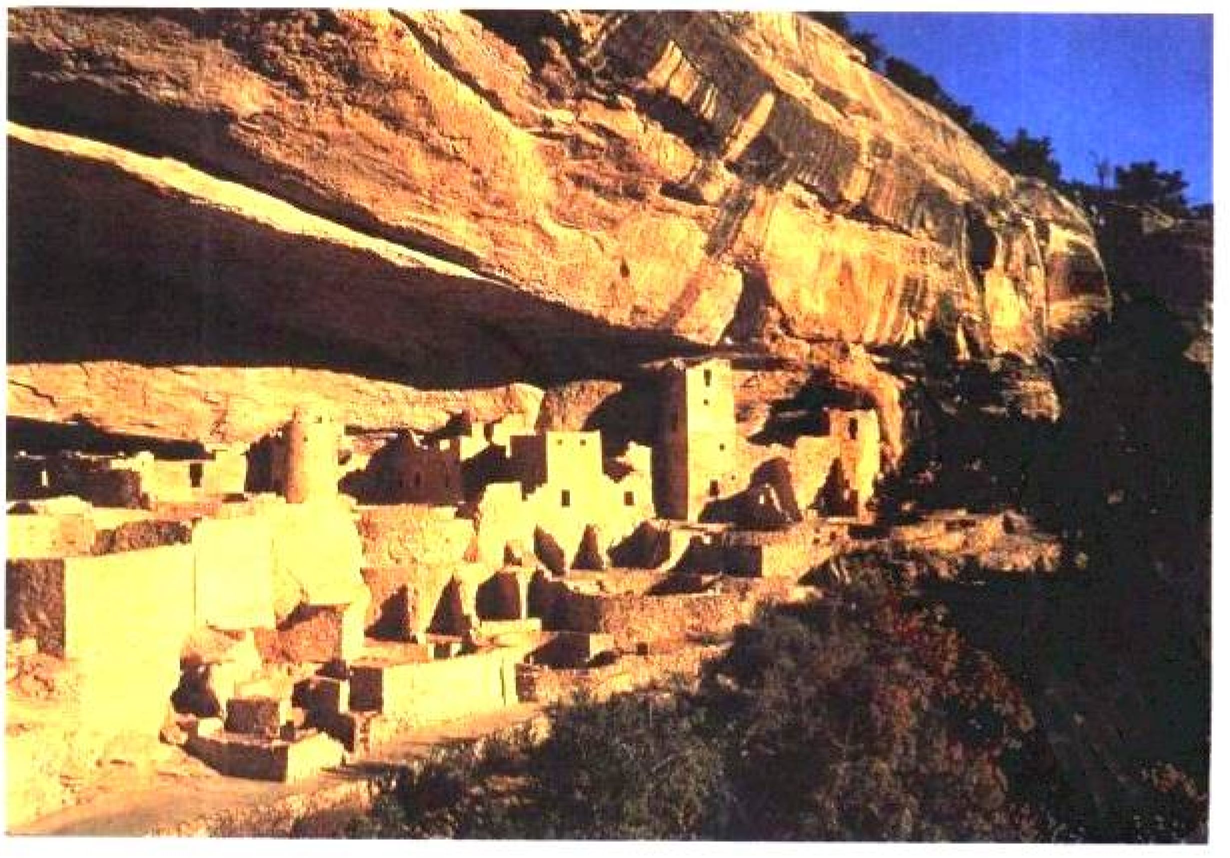


图4-15　这些建筑位于科罗拉多州西南的佛得角国家岩石公园，是大约1 000年前的原始印地安村民建造的。

研究气候演变

在研究古代气候时，科学家遵循的一个重要原则是：如果现代植物和动物需要某种生存条件，那么过去类似的植物和动物也需要相同的生存条件。例如，木兰和棕榈树只能在温暖、潮湿的气候中生长，科学家假设这些树木的祖先也需要类似的生存条件，那么格林兰岛上8千万年前树木的化石证明了当时格林兰岛的气候是温暖湿润的。

树木的年轮也是研究古气候的依据。每年夏天，在树皮下都会长出一层新的木层。从横截面上看，这些木层构成了年轮，如图4-16所示。在凉爽的气候条件下，树木生长的快慢——即年轮的厚度——取决于暖和的生长季节的长度。而在干旱的气候条件下，年轮的厚度则取决于降水量。通过观察树的横截面，科学家能根据年轮的厚薄来追溯过去几年的天气状况。薄的年轮表明这一年的天气寒冷或干旱，厚的年轮说明这一年的天气温暖或湿润。

第三个研究古气候的依据是花粉记录。每种植物都有自己独特的花粉类型，湖底厚厚的泥浆和植物材料中，也包括那些几千年前的花粉。科学家通过观察每个土层的花粉，根据沉淀花粉经历的气候条件与现在相似植物的气候条件相似的原理，就能推断出该地区古代的气候特征。





图4-16 科学家能通过研究树木的年轮来推测过去年代的气候条件。从这些3 000～4 000年前的巨大美洲杉上，科学家了解了很多。

北美的冰河

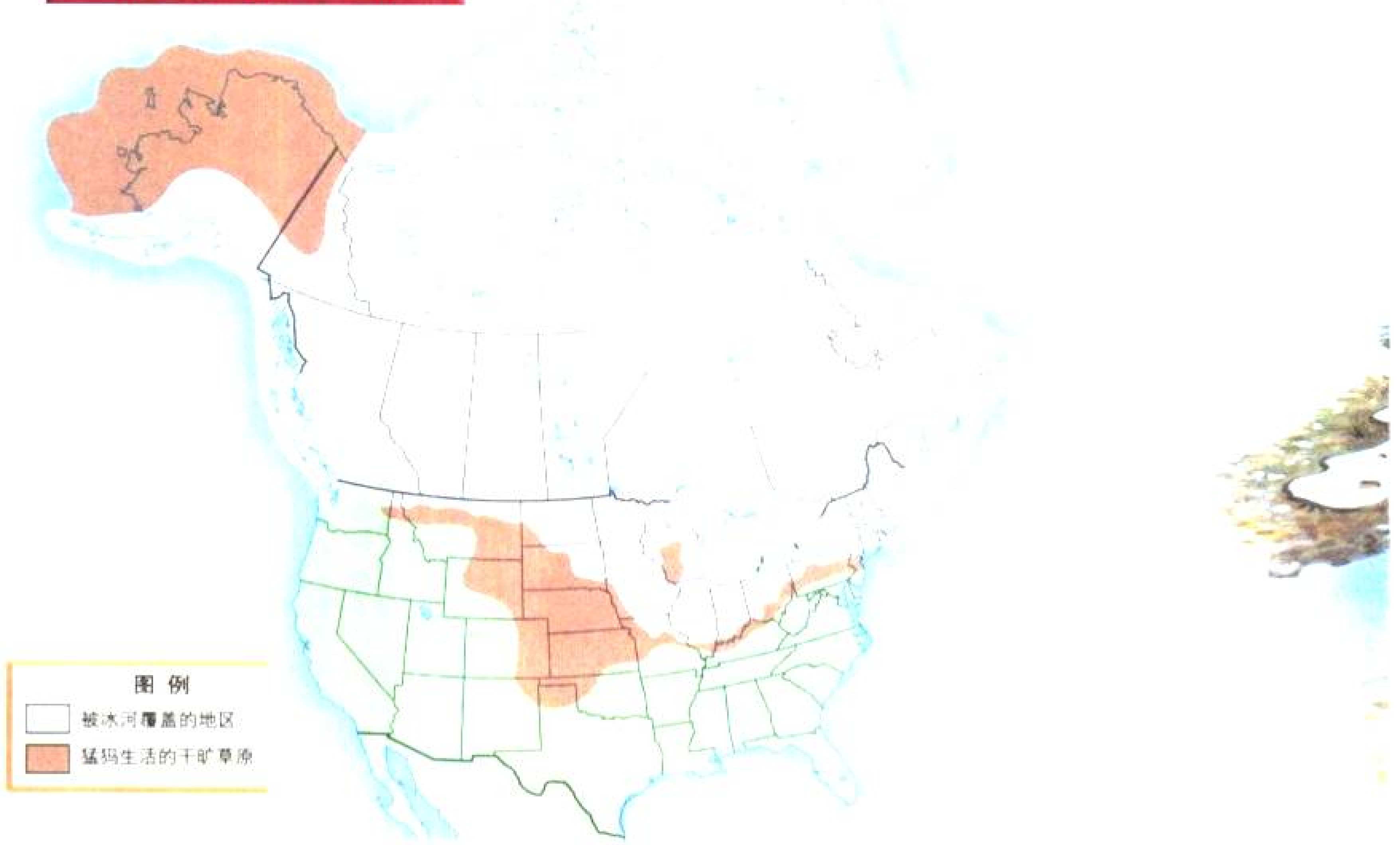


图4-17 这张地图显示了18 000年前被冰河覆盖着的北美大陆的一部分。在冰河附近没有树木的干旷草原上生活着很多现在已灭绝的哺乳动物，如猛犸和有弯牙的猫。

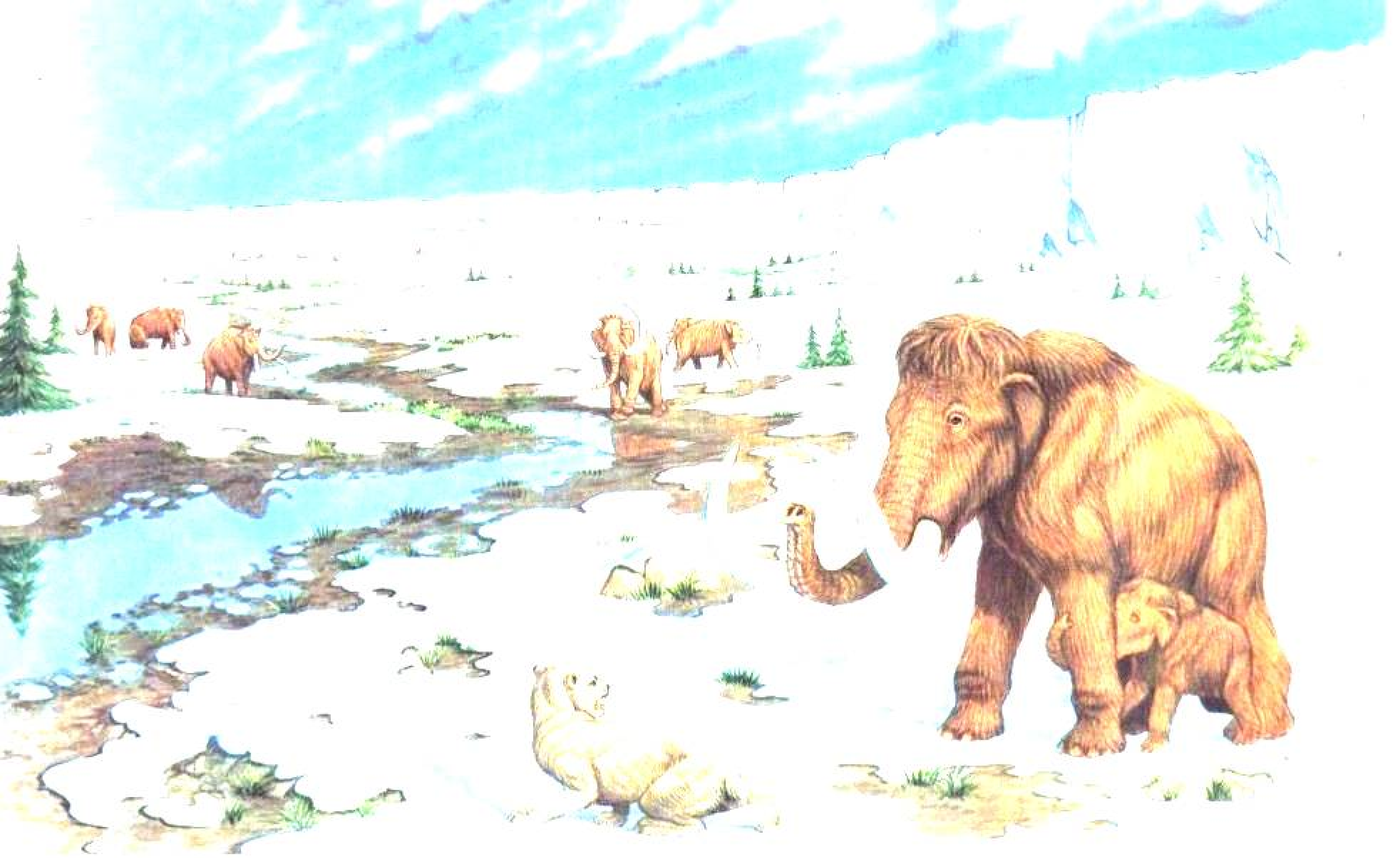
冰期

纵观整个地球的历史，气候在逐渐发生变化。几百万年来，温暖时期与被称为**冰期(ice ages)**，或冰河时代的寒冷时期不断地交替发生。**在每一个冰期，被称为冰河的大冰盖覆盖了地球表层的大部分地方。**

根据化石和其他证据，科学家已经总结出在过去的两百万年里，至少已出现过4次大冰期，每一次都持续100 000年或者更长的时间。而持续时间长、较暖和的间冰期则发生在两个冰期之间。一些科学家认为目前我们正处于两个冰期之间的温暖时期。

最近的一次冰期大约于10 500年前结束。冰盖覆盖了北欧和北美的大部分地方，一直往南延伸到如今的衣阿华州和内布拉斯加州，有些地方冰山的厚度超过3千米。因为大量的水都被冻成冰盖，因此那时的平均海平面要比现在低得多。当冰盖融化后，海水上升并淹没了海岸地区，于是形成岛屿及一些巨大的湖泊。

想一想 ***为什么冰期的海平面要比现在低？***



气候演变的原因

为什么气候会改变？对此科学家有很多种假设。**主要的解释包括地球相对于太阳位置的改变，太阳输出能量的变化，以及大陆板块的移动等。**

地球位置 地球相对于太阳位置的改变能影响气候。这个理论根据一个假设：当地球围绕太阳旋转时，地球距离太阳最近的月份从1月变到7月，并且每隔大约26 000年轮换一次。

地轴倾斜的角度，地球绕太阳旋转的轨道在经过漫长的时间流逝后也有了微弱的改变。地球运动的这些改变所产生的综合效果可能是形成冰期的主要原因。

与空间科学的综合

太阳能 气候的短期变化已经证明与太阳黑子的数量变化有关系。**太阳黑子(sunspot)**是太阳表面黑色的，较冷的区域，一般以11年为周期有规则地增加和减少，但太阳黑子的周期随着太阳输出能量的变化也可能改变。

社会研究

链接

生活在上个冰期的史前人类面对一个严酷的生存环境。为了抵御寒冷，他们学会了用动物毛皮制做衣服，用火取暖和烹调。

阅读DIY

如果气候突然变冷，列出5个你生活中可能发生的变化。

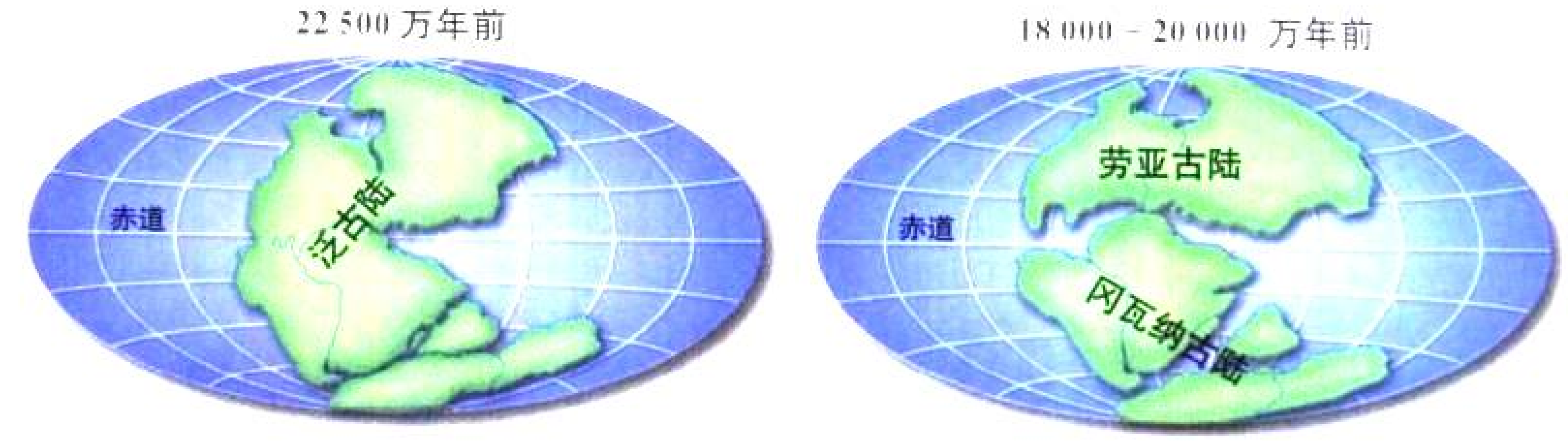


图 4-18 大陆已经漂移了几百万年。

图解 *哪些陆地从冈瓦纳古陆上分裂出来？哪块陆地从劳亚古陆上分裂出来？*

最近，卫星观测表明太阳产生的能量每年都有略微的增减。这些轻微变化可以导致全球气温的上升和下降。目前科学家仍需要更多的探究活动来证实这个假设。

大陆板块的移动 陆地的位置并不是一成不变的。大约在 22500 万年前，地球上的大部分陆地是一个被称为泛古陆的单一大陆，而后慢慢分裂，移到现在的位置。

如图 4-18 所示，那时很多陆地和它们现在所处的位置差距甚远，现在位于极带的陆地当时在赤道附近。大陆的漂移解释了为什么木兰和棕榈树这类热带植物曾经生长在格林兰岛上。

大陆板块的漂移改变了陆地和海洋的相对位置，使风和洋流等气候因素的全球规律发生改变，从而缓慢地改变了气候。随着陆地的继续飘移，气候也将继续改变。

第三节复习

1. 科学家利用哪些证据来研究气候的演变？
2. 冰期的气候与现在的气候相比，有哪些区别？
3. 列出三个影响地球气候变化的因素。
4. **理性思维 预测** 火山爆发会产生怎样的气候变化？这些变化会一直持续下去吗？说明理由。

手册

检查进度

你在各个地区都观测到哪种类型的气候特征？你把观察结果都记录在日记本上了吗？把这些数据画成图表并进行分析。你所观测地区的天气情况是否相同？不同的原因是什么？你在这些地区都找到了哪些生物？

SECTION 4 大气的全球变化

探索 活动

什么是温室效应

1. 剪两张黑色绘图纸衬在两个鞋盒内。
2. 把温度计分别放在两个鞋盒底部，读出温度计上的读数（此时数据应相同），然后在其中一个鞋盒上蒙一层塑料薄膜。
3. 把两个鞋盒一起放在太阳光或电灯能均匀照射到的地方，温度计应放在鞋盒两边的阴影处。
4. 你认为温度计上的读数会怎样变化？15 分钟后读出两枝温度计的数据，并记录下来。

思考

推论 怎样解释两个鞋盒中温度计读数的区别？为什么被阳光直射的汽车内部会这么热？

你是否曾经看到过下面的标题新闻？如果你讨厌冬天，而喜欢夏日运动，你可能会认为，地球变得再热一点有什么不好！一些专家也同意你的观点，但是很多科学家对全球变暖感到十分忧虑。

某地的每日新闻
地球的平均温度 即将上升 3°C

全球性气候变化大多是由自然因素造成的。然而，在过去的 100 年中，人类活动对地球气候和大气都产生了一定的影响，两个最主要的影响就是全球性升温和臭氧层的变薄。

阅读指南

- 人类活动如何影响大气的温度？
- 人类活动对臭氧层有什么影响？

阅读提示 在阅读过程中，绘制一张关于人类活动造成大气和气候变化的概念图。

全球性升温

在过去的 120 年中，对流层的平均温度大约上升了 0.5°C。这个温度的升高是属于自然变化的结果，还是由人类活动造成的呢？温度的升高将导致什么后果？为了回答这些问题，科学家已经作了大量的研究工作。

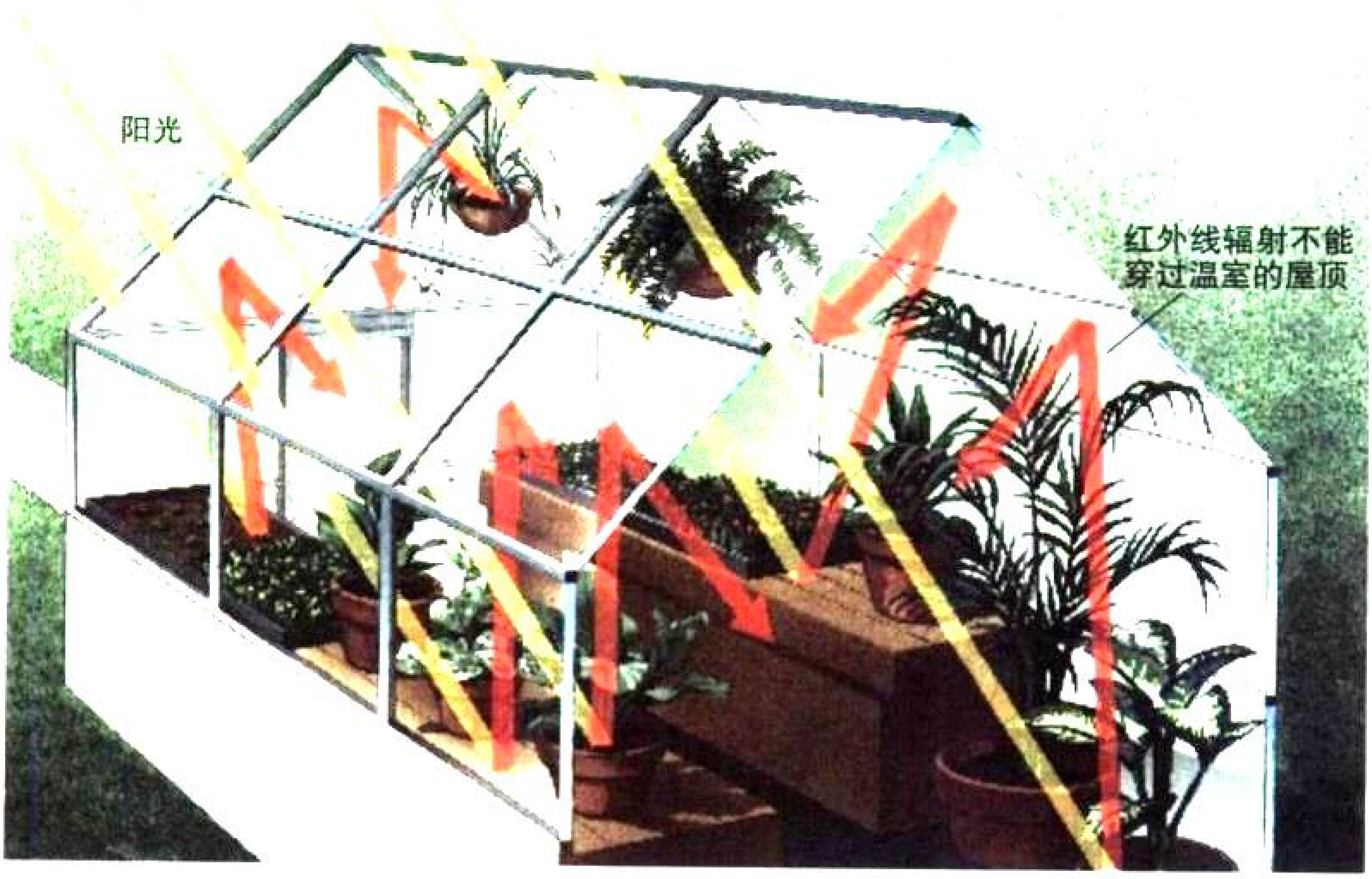


图 4-19 太阳光照入温室后被吸收，以红外线辐射或热能的形式在温室内辐射能量。热量被保存在温室中，使温室变暖。
应用概念 *地球大气中的哪些气体能像温室一样锁住热量？*

温室效应 我们知道，地球大气中的气体能截留来自太阳的热量，使大气维持生物生存的舒适温度。地球大气保存太阳能量的过程就是温室效应。

大气中能锁住太阳能量的气体叫做**温室气体 (greenhouse gas)**，如水汽、二氧化碳和甲醛等。**人类活动增加了大气中温室气体的含量，这可能会导致大气的变暖。**例如，木头、煤炭、油和天然气的燃烧会增加空气中二氧化碳的含量，如果这些增加的二氧化碳截留了更多的热量，结果便是**全球变暖 (global warming)**——地球大气温度的持续升高。

目前大气中的二氧化碳含量正在稳步增长。一些科学家预测到2100年，二氧化碳含量将增加一倍，全球的平均气温也将上升 1.5 ~ 3.5°C。

另一种假设 并不是所有人都认同全球变暖的这种解释。一些科学家认为过去120年间全球气温所上升的 0.5°C 是气候自然变化的一部分，而不是二氧化碳量增加的结果。

在第3节中已经提到，太阳产生的能量每年都有所增加或减少，太阳能量的这种变化可能会形成一段时期温暖或凉爽的气候。换句话说，气候变化可能是二氧化碳含量和太阳能量双重变化的结果。

可能的影响 全球变暖可能存在一些潜在的好处，如寒冷地区的农民一年可以种植两季农作物，而那些目前由于太冷而不适合耕种的土地也有可能变成农田。然而，全球变暖似乎产生更多的负面作用。高温导致水分从农田等裸露着的泥土中蒸发掉，干燥的泥土容易被风吹走，因此很多肥沃的田地将可能变成“干旱尘暴区”。

即使温度只升高几摄氏度也能使海水变暖。随着海洋表面温度的升高，飓风的数量也可能随之增多。

水变热后膨胀，冰河和极地冰原的融化，都将导致海平面的上升。在过去的100年里，海平面已经上升了10－20cm，预计到2100年，还会上升25～80cm。海平面即使只上升一点点，位于地势较低的沿海地区也会被淹没。

☑ ***想一想　全球变暖可能导致哪三种后果？***

臭氧层的损耗

大气的另一个全球变化是有关我们已在第一章中学到过的臭氧层的。平流层中的臭氧能滤除阳光中大部分对人体有害的紫外线。

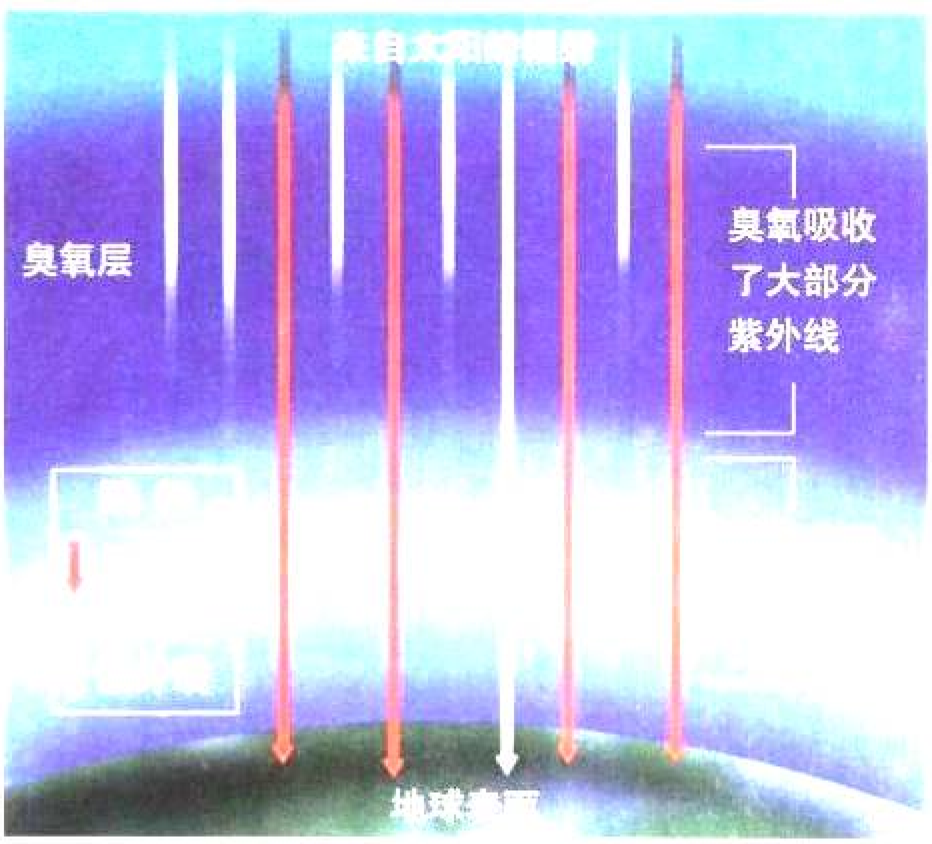


图 4-20　臭氧层抵挡了大部分来自太阳的紫外线，而可见光能通过臭氧层。

试一试

测试遮光剂的抗紫外线性能

遮光剂是如何抵挡紫外线的呢？按如下步骤比较不同遮光剂的效果。

1. 拉上窗帘。在三个塑料夹层袋中各放入一张感光纸。
2. 在其中一个夹层袋的外面涂上3份遮光剂，要求尽可能涂抹均匀，并在夹层袋上标注遮光剂的SPF数。
3. 在另一个夹层袋上涂上不同SPF的遮光剂，重复步骤2。抹好后清洗双手。将第三只未做处理的夹层袋作为控制器。
4. 把三个夹层袋放在室外阳光直射处。3分钟后，或当其中一张感光纸完全变白后，把这些夹层袋拿回室内。

结论 两种遮光剂都能防紫外线吗？是否其中一种遮光剂防紫外线的效果更好？为什么？

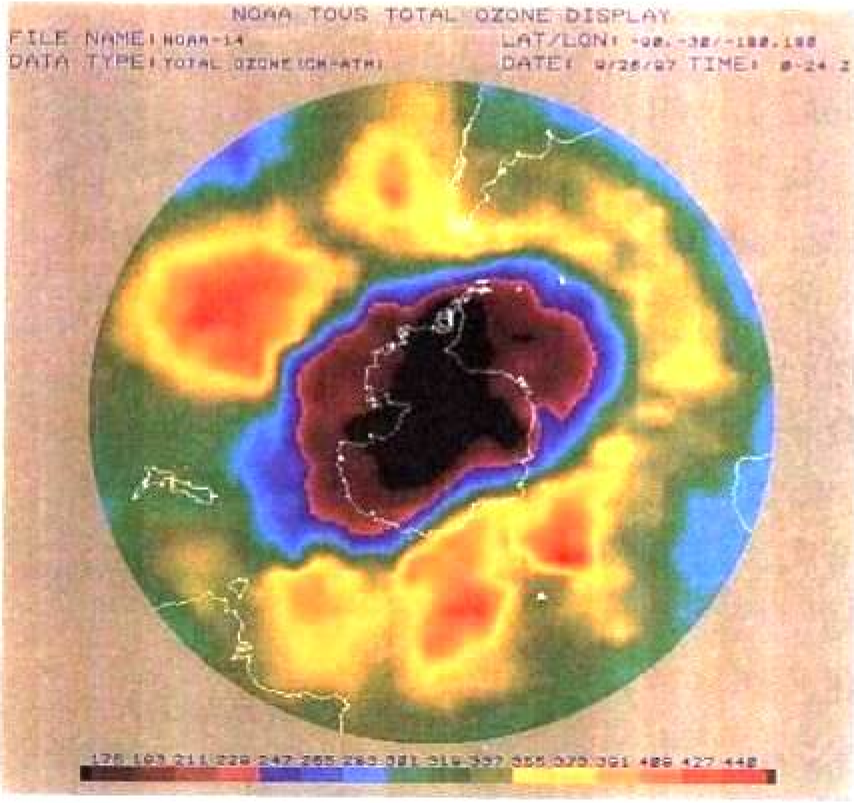


图 4-21 这张卫星照片显示了南极上空大气中臭氧的密度，黑色部分表示最薄的臭氧层。

20世纪70年代，科学家发现每到春天，南极上空的臭氧层都在逐渐变薄。截止1992年，变薄的臭氧层面积已是美国陆地面积的两倍多。是什么造成了臭氧空洞？**人类制造的化学物质破坏了臭氧层。**

导致臭氧损耗最主要的物质是**含氯氟烃(chlorofluorocarbon)**(CFC)——一组含氯混合物。含氯氟烃过去常用来作为空调、电冰箱中电子颗粒的清洁器和喷雾剂。很多释放到空气中的化合物最终都能分解，然而含氯氟烃能持续数十年，并一直上升到平流层。在平流层中，紫外线把含氯氟烃分子分解成包括氯原子在内的原子，氯原子能破坏臭氧使之分解为氧原子。

因为臭氧能抵挡紫外线，臭氧的减少意味着到达地表的紫外线的增多。如果你曾经被晒伤过，你就会明白强紫外线的杀伤力了。紫外线对眼睛也有伤害，并可能诱发各种皮肤癌。

在20世纪70年代晚期，美国以及其他一些国家已禁止含氯氟烃用于喷雾剂。到1992年，超过90个国家同意禁止含氯氟烃的生产。因为臭氧损耗的影响波及全球，这项协议必须是国际性的才能真正产生效力。

第四节复习

1. 哪些人类活动导致地球大气中二氧化碳含量的增加？
2. 空气中二氧化碳含量的增加对全球气温有什么影响？
3. 哪种化学物质是导致平流层中臭氧损耗最主要的原因？
4. **理性思维　预测**　全球变暖将对你所住地区有什么影响？对你的生活有什么影响？

身边的科学

和家人一起去杂货店，比较市场出售的各种遮光剂中的SPF（太阳防护因子）的含量。解释为什么它能保护皮肤免受紫外线伤害。比较SPF等级和价格，选择最物有所值的一种。

SECTION 1 气候的成因

知识要点

- 一个地区的气候主要是由温度和降水量决定的。
- 决定一个地区气温的主要因素有纬度、海拔高度、与巨大水体的距离和洋流。
- 影响一个地区降水量的主要因素是盛行风和是否有山脉存在。
- 四季更替是由于地球围绕太阳旋转时地轴倾斜的结果。

关键术语

气候　大陆性气候　热带　迎风面　极带
背风面　中温带　小气候　海洋性气候



SECTION 2 气候带

知识要点

- 气候是根据温度和降水量来分类的。
- 全球分为五种主要气候带：热带雨林气候、干旱气候、温带海洋性气候、温带大陆性气候和极地气候。山地气候通常被认为是第六种气候。

关键术语

雨林　干旷草原　苔原带
热带稀树大草原　亚热带湿润气候
永久冻土　沙漠　亚北极

SECTION 3 气候的长期演变

知识要点



- 科学家假设远古的植物和动物与今天类似植物和动物需要相同的生存条件。
- 在每一个冰期，巨大的冰盖覆盖了大部分地球表层。
- 对于导致气候变化可能的原因包括大陆板块的移动、地球相对于太阳位置的多样性和太阳输出能量的变化。

关键术语

冰期　太阳黑子

SECTION 4 大气的全球变化

与环境科学的综合

知识要点

- 由于人类活动增加了大气中的温室气体，从而使地球大气变暖。
- 人类制造的化学物质破坏了臭氧层。

关键术语

温室气体　含氯氟烃　全球变暖

活动　相 关 网 站

www.science-explorer.phschool.com

第章复习

复习题

选择题

选出最佳答案。

1. 热带的气温最高是因为______。
   a. 地是平的
   b. 几乎直射的太阳光
   c. 地轴向太阳倾斜
   d. 洋流使该地区变暖
2. 大陆性气候存在于______。
   a. 每一块大陆
   b. 只在赤道附近
   c. 只在北半球
   d. 只在南半球
3. 在半干旱半湿润热带气候带，最常见的植物类型是______。
   a. 松类森林
   b. 热带稀树大草原
   c. 热带雨林
   d. 干旷草原
4. 地球历史上最冷时期的产物是______。
   a. 树木的年轮
   b. 太阳黑子
   c. 花粉的沉淀
   d. 冰河
5. 含氯氟烃的制造和使用导致______。
   a. 臭氧的损耗
   b. 全球变暖
   c. 温室效应
   d. 冰期

判断题

如果下列命题正确，写“T”，反之，写“F”，并修改划线部分。

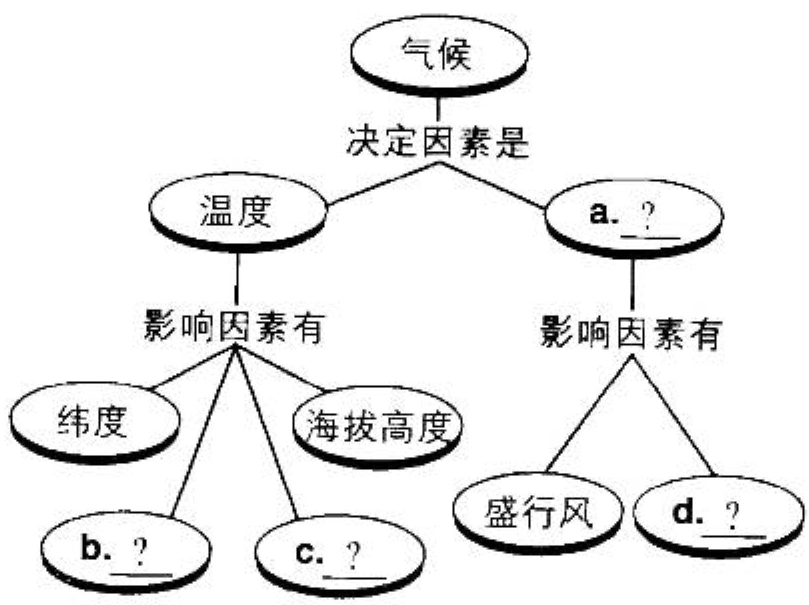
6. 盛行风将影响该地区得到太阳光的多少。
7. 当地轴的北端向太阳倾斜时，南半球是夏天。
8. 气候带是根据温度和降水量来分类的。
9. 薄的树木年轮说明这一年天气凉爽或者干燥。
10. 大气中氮含量的增多可能导致全球温度的上升。

简述题

11. 说出美国各地区分别属于哪三个温度带。
12. 干旱气候的定义是什么？两种类型的干旱气候有什么不同？
13. 如何用大陆板块漂移理论来解释全球气候的演变？
14. 为什么防止和减少臭氧损耗的协议必须是国际化的才具有效力？
15. **小习作** 你生活在哪个气候带内？描述该地的气候特征，注明一些影响气候的因素，例如纬度、水体、风的规律等。

形象思维

16. **完图填空** 把下面关于气候的结构图复制下来，完成它并加上标题。

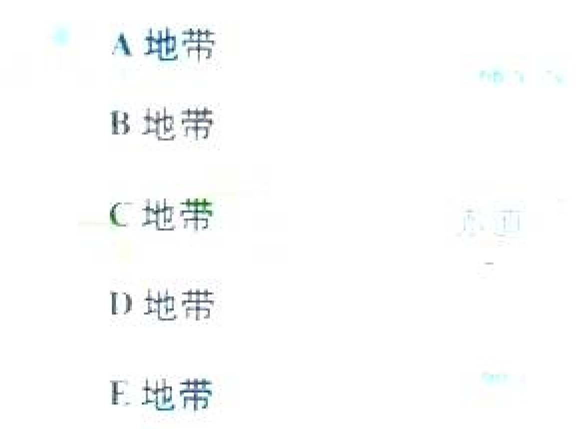


应用技能

根据全球温度带地图回答问题 17－19。

17. 图解 为地图上的五个温度带命名。

18. 测量 包含赤道的温度带的名称是什么？这一地带的纬度范围是多少？



19. 数据解析 五个温度带中，哪一个地带适合人类生存的陆地面积最大？

理性思维

20. 因果关系 描述水体影响气候的三种途径。

21. 比较与对比 全球变暖与远古气候演变有什么区别？

22. 判断 对全球变暖应采取哪些必要的措施？

23. 因果关系 为什么美国的某个地区属于半干旱气候，而附近地区属于湿润大陆性气候？

学习评估

课题 4 总结

成果展示 你准备用什么方式来汇报实验成果？你可以采取书面报告、口头介绍或宣传画等形式。是否需用图表来比较各不同小气候的情况？哪些生存条件适合这些动物和植物的生存？展示完课题后，与同学讨论你认为究竟是哪些因素导致了不同的小气候。

思考与记录 在日记中尝试改进你的调查报告。是否有漏掉的大气要素？你是否注意到那些只生存在特定小气候中的生物？是否还需找一些额外的关于小气候的资料？

实践活动

在社区 和你的同学一起调查包括美国在内的各个国家对含氯氟烃和温室气体所作的协议。这些协议对汽车、空调之类的日常用具会产生什么影响？制做一张海报，说明各国对含氯氟烃和温室气体可采取的措施。

南　极

你想像中7月的天气是怎样的——炎热、阳光普照吗？请作好准备，7月的南极会令你大吃一惊！

1983年7月21日，俄罗斯研究站佛斯塔可的温度达到了世界最低记录：-89℃。

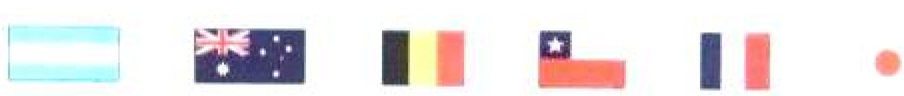


▲ 南极主要研究站

欢迎到南极来！

因为南极在南半球，所以那儿的7月是仲冬。但是即使在夏天，那里的气温也很低，佛斯塔可研究站测得的平均夏季气温是-33℃。南极气候的其他特征也很不寻常，这里是最寒冷也是风力最强劲的陆地。虽然南极终年被冰雪覆盖着，然而它却是最干燥的大陆——一个积雪的沙漠，年降水量少于5cm。南极的大风雪非常可怕，但却不会带来多少新雪，只是将雪从一个地方刮到另一个地方。

虽然气候条件严酷，但南极风光美丽迷人。很多国家都已经在南极设立了研究站，考察南极的气候、温度、大气以及野生生物和地质等。





在南极的美国阿蒙森－斯科特研究站是一个巨大的球状屋顶建筑。 ▶

去南极的历程

你能忍受南极的黑暗和寒冷吗？在20世纪初期，一些著名探险家开始了“到南极的比赛”。他们去南极的尝试是一个个英勇的故事，同样也是一个悲剧。

1911年10月，英国探险家福尔肯·斯哥特带着狗队、机动化雪橇以及矮种马开始了去南极的艰苦旅程。1912年1月，斯哥特和其他4名探险家终于到达南极，却发现由挪威人罗得·阿蒙森率领的探险队早在一个月前已到达那儿！福尔肯·斯哥特小组输掉了这场比赛。

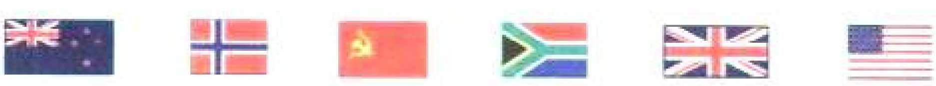


▲福尔肯·斯哥特(上排中间)和他的伙伴终于到达南极，却输掉了比赛。

不久，福尔肯·斯哥特和他的队员在回程中被大风雪所围困，全部牺牲。搜索队随后发现了他们的帐篷、福尔肯·斯哥特的日记和照片。福尔肯·斯哥特葬身的地方离一个供应站只有18km远。

几年后，欧内斯特·沙克尔顿先生成为一名令人难以置信的南极生还故事中的英雄。1914年，欧内斯特·沙克尔顿沿着一条新的路线去南极。冰块围困并最终压碎了他的“忍耐者号”船，他和他的伙伴穿过冰山，逃脱到象岛。在那儿留下22名伙伴后，欧内斯特·沙克尔顿和其他5人乘着尖尾长艇去寻求帮助。奇迹般地，最后每个人都获救了。

在20世纪30年代，飞机给南极探险开辟了一条新的途径。1929年，美国飞行员、探险家理查德·伯德于1929年首次飞越南极，随后，他在小亚美利加建立了一个研究站。



国际合作

在1957～1958年的国际地球物理学年会上，来自世界各地的科学家建议在南极建立研究站，并分享研究成果。1959年，12个国家在“科学调查的自由”的南极协议上签名。首批签名者(从左上方开始)分别为阿根廷、澳大利亚、比利时、智利、法国、日本、新西兰、挪威、苏联、南非、英国和美国。

社会实践

列一张关于南极重要事件的时间表，要求包括下列事件。用图片或画草图的方式诠释这些事件。

- 早期探险
- 20世纪早期“去南极的历程”
- 国际地球物理学年会
- 南极协议
- 新的研究站

为什么在20世纪初期，去南极需要勇气和耐力？

陆地的边缘

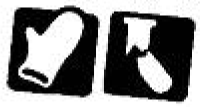
南极为什么这么寒冷？主要原因是它位于高纬度地区，并且数月处于黑暗状态。另外，在热量被吸收之前，大面积的白雪和冰河把阳光反射回去了。

跟其他陆地一样，南极各地的气候也不尽相同。比较暖和的地区都位于海拔较低，纬度较低的地方，或是海洋附近。因为海洋有缓和气温的功能，因此海岸地区相对比较暖和。这些区域的共同之处是都有容易吸收热量的场所。

在南极夏季和冬季的天气规律不同。夏季很短暂，一般从10月开始，12月中旬延续到1月中旬，是全年最暖和的时间。接着气温就急剧下降，从3月中旬开始，接下去的6个月中，南极处于酷寒和黑暗之中。

科学实践

在南极生活最重要的便是保暖。做一个实验来验证各种不同材质的隔热程度。实验用到的材料是尼龙、丝绸、棉花和羊毛做的袜子，以及罐子。



- 在每个罐子里放入同量的沸水，注意每个罐子里的水温应相同。
- 记下水的温度，然后盖上盖子。
- 在不同材质的袜子里都放一个罐子，然后放到冰箱里约30分钟。
- 记录每个罐子的水温。哪个罐子冷却得最快？哪种材质的保温性能最好？

极地探险家和研究者是怎样保暖的？秘密在于他们的衣服有能保暖、防止热量分散的夹层。▼



• 长内衣的内部用比较透气的材料，如丝绸、羊毛或合成纤维织物等。

• 一个绒毛的绝热层，例如羊毛，像袋子一样锁住体温。

• 能抵抗风和水的外衣。

一个绝热的、带有能抵御寒风的耳罩或面罩的兜帽。太阳镜或护目镜能减少太阳辐射，并保护眼睛免受寒冻之苦。

靴子和手套也是夹层的。在防水的橡胶层里面是羊毛层。



▲ 延缓的南极日落

观察天空

3月21日是南极冬天开始的日子，太阳升起的速度非常非常缓慢，并持续30小时才落下地平线，超过一天的时间，这一天是观看南极太阳的最好时机。一旦失去这个机会，你将等到9月才能再次看到日出！ 4月和5月上旬，南极虽然不是完全黑暗，但几乎没有足够的光线以投射阴影。接下来便是持续两个月的漆黑。到8月，阳光再次蒙蒙出现。当太阳升起后，天空迅速明亮起来。

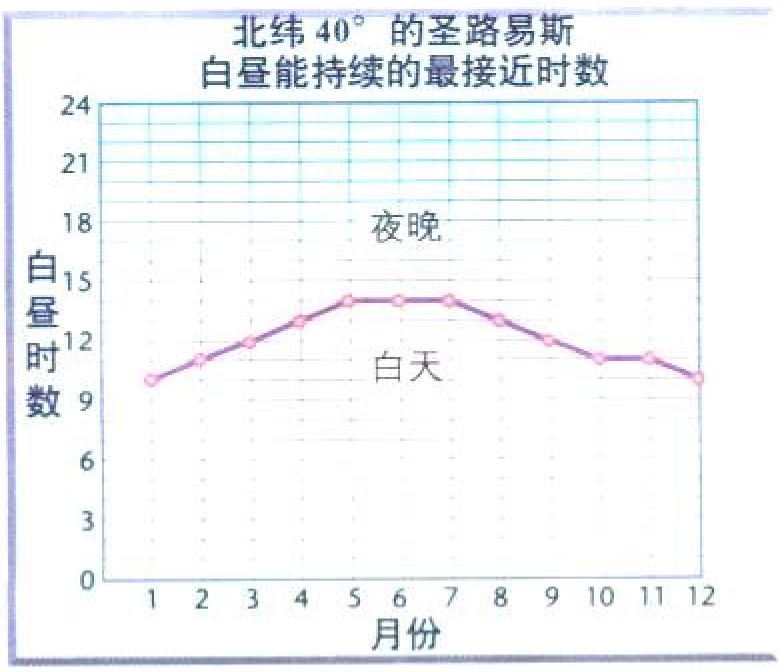
各季节白天和黑夜的时间与地轴的倾斜有关。在极地的仲夏，有围绕着天空旋转却不落的“午夜的太阳”，而仲冬则是一片漆黑。

右表是每月15日白天的钟点数，它是在南极的两个不同地点——阿蒙森－斯科特研究站和日本密制湖研究站统计到的。 ▶

南极白昼时数
（从日出到日落能持续的最接近时数）

月份	密制湖研究站 南纬70°	阿蒙森－斯科特研究站 南纬90°
1月	24	24
2月	18	24
3月	14	24
4月	9	0
5月	3	0
6月	0	0
7月	0	0
8月	7	0
9月	11	0
10月	16	24
11月	22	24
12月	24	24

数学活动



位于北纬40°的密苏里州的圣路易斯全年的白昼时数规律如折线图所示，图中数据都来自每月15日的统计。参照这张折线图，请在同一张折线图上绘制阿蒙森－斯科特研究站、密制湖研究站以及圣路易斯白昼时数的折线图。

- ◆ 在横轴上标注月份。
- ◆ 纵轴是从0～24时之间均匀的刻度。
- ◆ 不同纬度地区的折线图用不同的颜色表示。将数据在坐标轴上用点表示，并用直线把各点连结起来。折线图直观地显示了该地区一年中白昼时数的变化情况。
- ◆ 南极的白昼和黑夜时间是怎样变化的？与你居住地区有什么区别？

独自在南极

理查德·伯德自从首次飞越南极后，在南极工作了大约30年。他带领过探险队，并在小亚美利加建立了研究站。理查德·伯德著的《孤独》一书取材于1934年冬天他独自呆在一个天气观测站前哨的日记。在这四个半月中，理查德·伯德的精神和体力都几乎崩溃。但他终于挺过来了，并在8月援救到来之前一直坚持着天气研究。

在理查德·伯德的回忆录中，他记录了在严寒中工作所遇到的问题。

在那个时期，我感到我仿佛是冰期中惟一的生存者，用温和世界遗留下来的工具与恶劣的环境对抗着。寒冷真是件奇怪的东西，在华氏零下50°以下，电筒的亮光会突然消失，而到华氏零下55°以下，煤油被冻住了，火焰在灯芯处干枯。到华氏零下60°以下，橡胶变得干脆易碎。记得有一天，我想弯曲一根天线，结果天线在我的手中“嘣”地折断了。在低于华氏零下60°的酷寒下，如果你的手指触碰到冰冻的油，哪怕是最轻微的触摸，也会留下持久的印迹。如果刮过一丝微风，你会听到自己的呼吸飘走时被冻住的声音，就像爆竹的噼啪声。而如果你动作过猛，呼吸过于急促，那么你的肺就会像火烧一般灼痛。

酷寒——即使是4月相对适度的寒冷——留下了太多的记忆……如两瓶西红柿酱瓶的破裂。罐装食物必须放在炉边一



理查德·伯德在小亚美利加的小屋里取暖。



南极的海岸风光。

整天后才能解冻……霜永远凝固在风车和风杯的电触头处，有些日子我不得不两三次爬上3.6米高的风力柱去清除它们。这是一项极其艰苦的工作，特别是在大风的夜晚。我的双脚缠住细长的杆子，手臂固定在夹板里，一只手拿着手电筒照明，另一只手抓住小刀去刮擦触头。我努力使自己有资格成为世界上最冷的风力柱的守卫者。当我从风力柱上下来时，我的手指、脚趾、鼻子和脸颊全冻僵了。

早晨的小屋总是冰冻般的寒冷。为了通风，我只能开着门睡觉。室内最高的温度是华氏零下10° 到零下40° 。经过一夜的呼吸，我的睡袋上结满了霜，袜子和鞋子都已经被冻得硬梆梆，在穿之前必须先用力把它们掰开来。一双丝制手套挂在床铺上方，以便能随时拿到它。然而，即使戴着手套去点火，手指碰到灯或火炉时仍感到钻心地刺痛。

语言艺术

从这段文字中，你能看出理查德·伯德对研究抱以怎样的态度？尽管你从没有到过南极，但你可能已经有过一次户外冒险的经历——在夏天的帐篷或在城市公园里。用描述性的语言回顾那一次体验，要求有类似理查德·伯德的日记那样具体的、感观上的细节描写。也可以写一件想像的事件或一次户外历险记。

将它们联系起来

计划一次美妙的探险

你正在去南极的路上！好的计划是成功的关键，以小组为单位讨论你们的探险计划，并在全班交流。

- 你将做哪方面的研究——天气、野生生物、地质学，或是其他课题？
- 你会在什么地方工作？靠近海岸吗？你会加入一个已经建立的研究站吗？
- 你会去旅行吗？在一张南极地图上确定你的旅行路线和地点。
- 你计划在南极停留多久？
- 你需要带上哪些装备？——跨越冰河的攀登装置、船和爱斯基摩划子、用于野营的帐篷等。
- 你需要带上什么样的衣服？参照保护性衣服的说明。
- 你应带上哪些供应品？计划好你要带的食物及数量。

像科学家一样思考

也许你没有意识到，其实你每天都在像科学家一样思考。当你提出一个问题，并去寻找各种可能的答案时，会用到许多科学家们也在使用的技能。下面就来介绍其中的一些技能。

观 察

当你用一种或多种感官去搜集有关这个世界的信息时，就是在**观察 (observing)**。聆听狗的叫声，数 12 颗绿色的种子，或是闻飘来的气味都是在进行观察。科学家们为了提高他们感官的灵敏度，有时还需要使用一些辅助工具，比如显微镜、望远镜等，使观察更为详尽。

观察必须真实和准确即必须如实反映所感知的事物。在探索科学时很重要的一点，就是要把观察到的内容仔细地记录在笔记本上，可以通过文字描述或者绘图等多种形式。通过观察得到的信息称为证据，或者说是数据。

推 理

当你对观察到的现象做出解释时，就是在进行**推理 (inferring)**，或者说做出推论。例如，当听到你家的狗在“汪汪”直叫时，你可能会推想有人正在你家门外。要做出这个推论，你需要把现象——狗叫声——以往的经验知识，即当有陌生人接近时狗往往会叫——结合起来。只有这样，才能得出符合逻辑的结论。

要注意，推论不一定就是事实！它只是对现象的多种可能解释中的一种。比如你的狗也可能因为想出去散步而直叫。哪怕是根据正确观察和逻辑推理而做出的推论，最后仍然可能会发现它是错的。要证明推论正确，惟一方法就是再进行进一步的调查。

预 测

气象预报会对第二天的天气做出许多预测——温度将会是几度、是否会下雨、风力有几级。预报员用观察和关于气象变化的知识来预测天气。**预测 (predicting)** 技能实际上是根据现有证据和既往经验对将来的事件做出推论。

由于预测是推论的一种，所以它也有可能会出错。在上科学课时，你可以通过实验来检验预测的正确性。例如，假定你预测大的纸飞机能比小的飞得更快，那么该怎样来检验你的预测呢？



活 动 看这张照片，回答下列问题。

观察 仔细看照片，然后列出至少三条观察到的信息。

推理 通过观察，对所发生的事情作一推论。你是用了什么经验或者知识来做出这一推论的？

预测 预测接下来会发生什么。你的预测是基于什么证据或者经验的？

分 类



你能想像在一个排列无序的图书馆里寻找一本书是怎样一种情形？恐怕你一整天时间都得花在找书上了。幸运的是，图书管理员会把相同主题或者同一个作者的书归类到一起。把某些特征相似的物体归类到一起的方法称为**分类(classifying)**。你可以根据大小、形状、用途和其他一些重要特征来进行分类。

科学家们也像图书管理员一样，用分类的方法把信息或者事物有序地组织起来。对事物进行分门别类以后，它们互相之间的关系就变得清晰易懂了。

活动

根据你所选择的一种特征，把照片中的这些水果分成两类。然后再选择另一种特征，把它们分为三类。



活动

这个学生在用模型来演示地球上的昼夜是怎样产生的。请问模型中的手电筒和网球分别代表什么？

建立模型

你是否曾经用过画图的方法来帮助别人理解你所说的意思?这样的图画就是一种模型。模型是用来显示复杂事物或过程的表现手段。如图画、图表、计算机图象等。**建立模型(making models)**能帮助人们理解他们无法直接观察到的事物。

科学家们经常用模型来代表非常庞大或者极其微小的事物，比如太阳系中的行星、细胞的细微结构等。这些模型是物理模型——能直观反映真实物体形状的图画或三维结构。另外还有一些抽象模型——能描述事物活动规律的数学方程式或者描述性文字。

交 流

当你在打电话、写信、或听老师讲课时，都是在进行交流。**交流(communicating)**就是与其他人交换看法、分享信息的过程。有效的交流需要许多技能，包括听说读写以及建立模型的能力。

科学家们通过交流来了解彼此的研究成果、信息和想法。他们经常通过科学期刊、电话、书信以及互联网络来交流他们的工作。他们还通过参加各种学术会议来交换看法。

活动

在一张纸上详细清楚地写下你系鞋带的各个步骤，然后与你的同学交换，再按照他写的步骤来系鞋带。你能按他的方法系好鞋带吗？如果要把步骤说明得更清楚些，你的搭档还应该再做哪些改动？



动手测量

当科学家们进行观察时，仅仅得出结论说某件东西“大”或者“重”是不够的。他们必须用工具来测量这个东西究竟有多大或多重。通过测量，科学家能把他们的观察表达得更为精确，在交流时就能给出更多的信息。

使用国际标准计量单位

全世界科学家通用的标准计量系统是**国际标准计算单位 (International System of Units，简称 SI)**。SI 的单位使用方便，因为它们都是十进制的。每一个单位都是它下一级单位的十倍，同时也是上一级单位的十分之一。右表中列出了 SI 单位最常用的一些前缀。

SI 单位的常用前缀

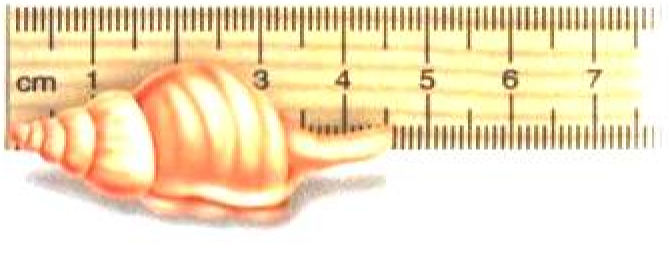
前缀	符号	含义
kilo-(千)	k	1 000
hecto-(百)	h	100
deka-(十)	da	10
deci-(分)	d	0.1(十分之一)
centi-(厘)	c	0.01(百分之一)
milli-(毫)	m	0.001(千分之一)

长度　衡量长度或者两点间距离的单位是**米(meter，简写 m)**。1 米大约是从地板到门把手的距离。较长的距离(比如两个城市之间的距离)要用**千米(kilometer**，即公里，简写 **km)** 来衡量。较短的距离则用**厘米 (centimeter，简写 cm)** 或**毫米 (millimeter，简写 mm)**。科学家通常用米尺来测量长度。

常用换算

1km = 1 000m
1m = 100cm
1m = 1 000mm
1cm = 10mm

活动　图中米尺上的长线表示厘米刻度，没有标数字的短线表示毫米刻度。这个贝壳有几厘米长？相当于几毫米？

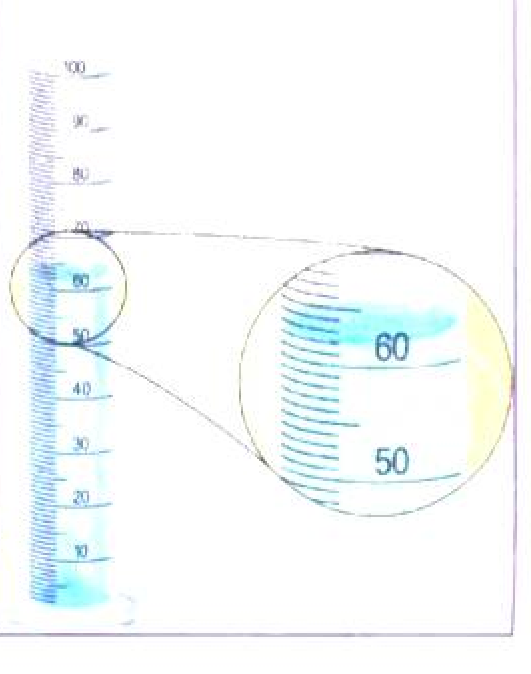


液体的体积　液体的体积，或者说液体所占空间的大小以**升 (liter，简写 L)** 为单位。1 升大概相当于一个中等盒装牛奶的大小。较小的体积往往以**毫升 (milliliter，简写 mL)** 为单位。科学家测量液体体积时通常用带有刻度的量筒。

常用换算

1L = 1 000mL

活动　图中的量筒以毫升为刻度。注意，量筒中的液面总会有一个弧度，叫做凹液面。测量体积时必须在凹液面的最低点处读数。问这时量筒中水的体积是多少？



质量 测量质量(一个物体中物质的量),需要用到的单位是**克(gram**, 简写**g)**。1克大约是一个回形针的质量。较大的质量要以**千克(kilogram**, 简写**kg)**为单位。科学家通常用天平来测质量。

常用换算

1kg = 1 000g



活动

图中测量苹果质量的电子天平的单位是千克。请问这个苹果的质量是多少？假设制作一种苹果酱需要1千克苹果，那你大约会需要几只苹果？

温度 测量物体的温度需要用到**摄氏度(Celsius-scale)**。用摄氏温度计来测量物体温度就可以得到以摄氏度(℃)为单位的数值。水在0℃结冰，在100℃沸腾。



活动

图中液体的温度是几摄氏度？

SI单位的换算

使用SI单位必须懂得如何进行单位之间的换算，这需要用到**计算(calculating)**的技能。SI单位的换算与人民币元角分之间的换算是相似的，它们都以十进制为基础。

假设你要把80厘米换算成米，可以按照以下步骤进行换算。

1. 先写下要换算的测量数据——在本例中是80厘米。

2. 然后写出换算系数，代表要换算的两个单位之间的关系。在本例中，关系式为1米＝100厘米。将换算系数用分式来表示，注意把要转换的单位(在本例中为厘米)写在分母上。

3. 把要换算的测量数据与这个分式相乘。这样，原来数据的单位就与分母上的单位相消。其结果的单位就变成你想要换算成的单位了(本例中为米)。

例:

80厘米＝__?__米

$$80\ \text{厘米} \times \frac{1\ \text{米}}{100\ \text{厘米}} = \frac{80\ \text{米}}{100} = 0.8\ \text{米}$$

活动

换算下列单位

1. 600毫米＝__?__米
2. 0.35升＝__?__毫升
3. 1 050克＝__?__千克

科学研究

从某种角度来说，科学家们就像侦探一样，把各种线索拼凑起来弄清事情的来龙去脉。他们收集线索的途径之一就是开展科学实验。实验能够审慎、有序地检验科学家的想法。虽然并不是所有的实验都遵循相同的步骤和顺序，但其基本模式大多与下列所描述的相近。

提出问题

实验是从提出一个科学问题开始的。科学问题是指能够通过收集数据而回答的问题。例如，“纯水和盐水哪一个结冰更快？”就是一个科学问题，因为你可以通过实验收集信息并给予解答。

构想假说

第二步是构想一个假说。假说是对实验结果的预测。和所有的预测一样，假说是建立在观察和以往的知识经验上的。但与许多预测不同的是，假说必须能够被检验。严格的假说应该采用“如果……，那么……”的句式。例如，“如果把盐加入纯水中，那么这水会需要更长的时间才能结冰”就是一个假说。这样的假说其实就是对你要进行的实验的一个粗略概括。



实验设计

接下来需要设计一个实验来检验你的假说。在计划中应该写明详细的实验步骤，以及在实验中要进行哪些观察和测量。

设计实验时涉及两个很重要的步骤，就是控制变量和给出可操作定义。

控制变量 在一个设计良好的实验中，除了要观察的变量以外，其余变量都应始终保持相同。**变量(variable)**是指实验中可以变化的因子。其中人为改变的因子称作**调节变量(manipulated variable)**。在这个实验中，往水里加盐的量就是调节变量。而其他的因子，比如水的量、起始的温度，都应保持不变。

随着调节变量变化而变化的因子称为**应变量(responding variable)**。应变量是为了得到实验结果而需要观察或测量的指标。这个实验中应变量就是水结冰所需要的时间。

除了一个因素以外，其余因素都保持不变的实验叫做**对照实验(controlled experiment)**。绝大多数对照实验都要设立对照，本实验中的容器3就是对照。由于容器3中的水没有加盐，因此就可以拿另外两个容器的结果和它作比较。两者结果之间的差别，都可以归结为是加入了盐的缘故。

自定义 设计实验的另一个重要方面就是要有清楚的实用性的定义。**实用性定义(operational definition)**是指一个说清楚某个变量该如何进行测量，或者某个术语该如何定义的陈述。例如本实验中，如何来确定水是否结冰呢？你可以在实验开始前向每个容器中插入一根搅拌棒。对于“结冰”的实用性定义就是搅拌棒不能再移动的时候。

实验步骤

1. 在三个相同的容器中分别加入300毫升冷自来水。
2. 容器1中加入10克盐，充分搅拌；容器2中加入20克盐，充分搅拌；容器3中不加盐。
3. 把三个容器同时放入冰箱。
4. 每隔15分钟检查一下容器，并记录你的观察结果。

分析数据

实验中得到的观察和测量结果称为数据。实验结束时要对数据进行分析，看看是否存在什么规律或趋势。如果能把数据整理成表格或者图表，常常能更清楚地看出它们的规律。然后要思考这些数据说明了什么。它们能不能支持你的假说？它们是否指出了你实验中存在的缺陷？是否需要收集更多的数据？

得出结论

结论就是对实验研究发现的总结。在下结论的时候，你要确定收集的数据是否支持原先的假说。通常需要重复好几次实验才能得出最后的结论。但得出的结论往往会使你发现新的问题，并设计新的实验来寻求答案。

活动

球反弹的高度是不是会受它落下的高度的影响？请按上述所说的步骤，设计一个对照实验来研究这个问题。

理性思维

你的朋友是否曾经就某个问题来征求你的意见？如果是的话，你也许已经通过逻辑性的方式来帮助他理解问题了。也许你自己并没有意识到，你其实在用理性思维的技能在帮助朋友。理性思维是指在解决问题和做出判断时使用推理和逻辑。下面就来谈谈一些理性思维的技巧。

比较与对比

当你想要寻找两件事物的相同和不同之处时，就需要用到**比较(comparing)**与**对比(contrasting)**的技能。比较是指找出相似性，即共同特征。对比是指找出不同点。用这种方法来分析事物能帮助你发现一些平时容易忽略的细节。



活动 将照片中的两只动物进行比较与对比。先列出你观察到的所有相似之处，再列出所有不同之处。

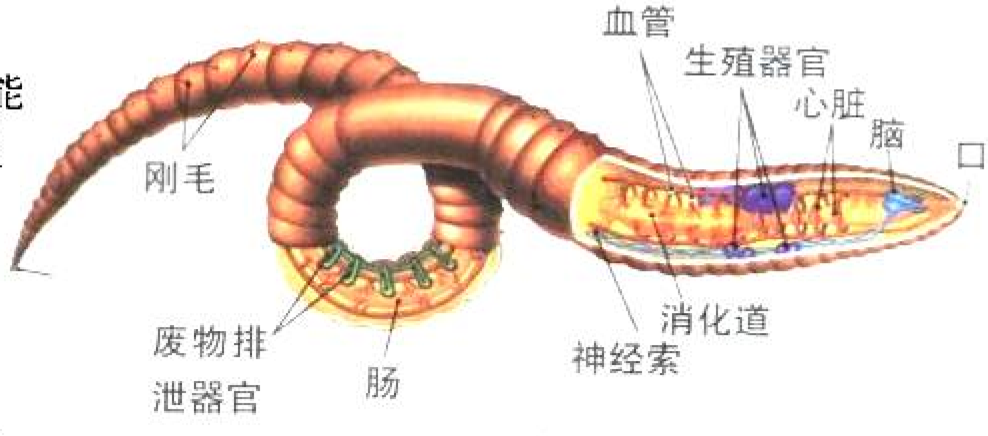
应用概念

应用概念(applying concepts)技能就是要用有关某一情况的知识来理解另一种相似的情况。如果你能把原来的知识活用到另一种情况，这表明你已经真正理解了这个概念。在考试时，即使题目和原来课堂上讲的不完全一样，你也可以用这个技巧来应对自如。

活动 前面刚刚学过，如果把其他物质掺入水中，结冰就会需要更长的时间。请用这个原理来解释，为什么冬天人们要把一种称为“抗冻剂”的物质加入汽车散热器里。

理解图表

教科书中的图表、照片和地图能帮助你理解课文。这些插图形象地显示了某些过程、位置或者想法。**理解图表(interpreting illustrations)**技能可以帮助你从这些视觉元素中学到知识。要理解一张插图，必须多花一些时间仔细看插图和附带的所有文字信息。插图的说明含有图中的重要概念。图注指出了图中的关键部分。而图例则说明了图中各种符号的含义。



▲ 蚯蚓的内部解剖结构

活动 仔细研究上图，然后写一段话来描述你从图中得到的信息。

因果关系

如果一个事件能导致另一个事件发生，那么就说这两者之间存在因果关系。**因果关系 (relating cause and effect)** 技能就是要判断两个事件之间是否存在因果关系。例如，你发现皮肤上起了一个红肿块并且发痒，你就可能推理这是被蚊子叮咬的。蚊子叮咬是因，肿块是果。

但是有一点很重要——不能光凭两个事件一起发生，就判断它们之间存在因果关系。科学家会通过实验或者根据以往的经验，来判断因果关系是否存在。

活动 在野营时，你的手电筒突然不亮了。试列出手电筒失灵可能的原因。你怎样来判断是什么原因导致手电筒不亮的？

归纳

归纳 (making generalization) 是指根据一部分成员的信息来推断总体信息的技能。要做出正确的归纳，从总体中选出的样本就必须足够大而且具有代表性。你在买葡萄时就可以试着使用归纳技能。先拿几颗葡萄来尝一尝，如果都很甜，就能归纳出所有的葡萄都是甜的——这时就可以放心地买上一大串了。

活动 有一组科学家要判断某个大水库里的水是否可以安全饮用。这时可以应用归纳法吗？他们应该做些什么？

做出判断

做出判断(making judgment)就是评估某件事情的好坏对错的技能。例如，在你决定吃健康食品或在公园里捡起一张废纸时，就用到了判断。做出判断前，需要全面地考虑到事情的正面与反面，并明确自己持有什么样的价值观和标准。

活动 你认为儿童或青少年骑自行车时是否应该带头盔？为什么？



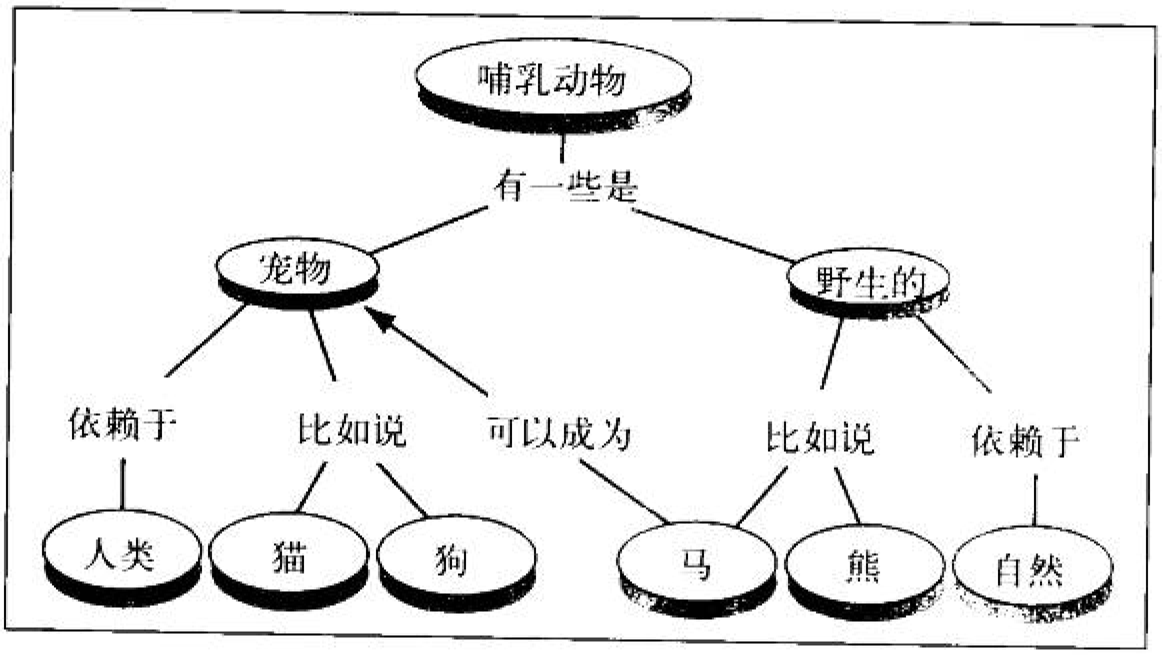
解决问题

解决问题 (problem solving) 就是运用各种理性思维的技巧来解决事情或决定行动的技能。有一些问题简单而直接，比如把分数转化为小数。另一些问题更为复杂，比如弄清计算机为什么不能正常运行。解决某些问题可以用尝试法，即先尝试一种解决方案，如果不行，再试另一种。还有一些有用的解决策略，包括建立模型、和同伴一起商讨可行的办法等。

信息处理

在读这本书时，你怎么能够清楚地了解其中包含的全部信息呢？下面就介绍一些处理信息的实用工具。这是一些图表，它们能使你对某个主题产生一个形象的概念，并明了其中一些重要概念之间的关系。

概念图



概念图在对一些概念较多的主题进行整理时是十分有用的。它从总的概念出发，逐步展开，显示出大概念是如何被分解成一个个小概念的。这样整理之后，各个概念之间的关系就更清晰易懂了。

概念图是由写在圆圈中的概念(通常是名词)和连接它们的联系词构成的。最具概括性的概念常常位于图的顶端，越往下，概念的范围就越小。写在两个圆圈连线上的连接词通常用来描述两者之间的关系。一般要求在从上向下把概念——连接词——概念连起来时，读上去应该就像一句句子。

有些概念图还会用连接词来连接位于不同分支上的两个概念。这称为交叉连接。交叉连接显示了概念之间更为复杂的内在联系。

比较／对比表

比较／对比表是比较两种以上事物的异同点时很有用的工具。它能提供一个有序的框架，根据你所需要了解的特性对事物进行比较。

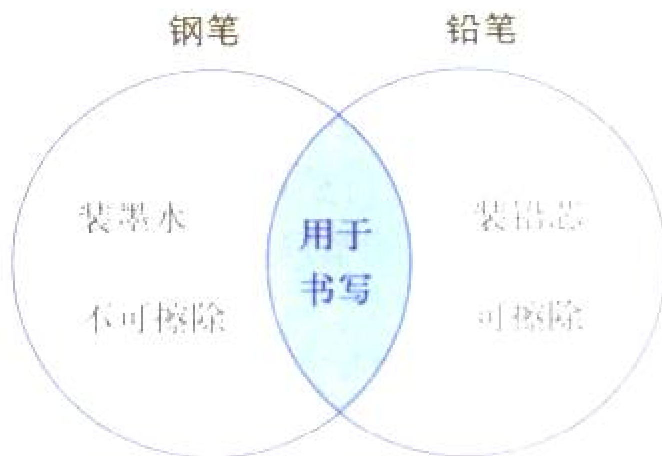
建立比较／对比表时，首先把要比较的事物列在表格的顶端。然后，把作比较所依据的特性列在左侧的一栏中。最后，把每件事物关于各个特性的信息填入相应的格子里。

特　性	棒　球	篮　球
队员人数	9	5
场地	棒球场(正方形)	篮球场(长方形)
设施装备	球棒、棒球、棒球手套	篮球架、篮球

维恩图

维恩图是另一种用于显示事物异同点的方法。它由两个或两个以上互相部分重合的圆组成。每一个圆代表一个特定的概念或观点。概念之间的共同特征(相似点)写在两个圆重叠的区域内，独有的特征(不同点)则写在相应圆中重叠区域以外的部分。

建立维恩图时，首先画两个部分重合的圆。在每一个圆的上方注明它代表的事物。独有的特征写在重叠区以外，而共同的特征写在重叠区内。

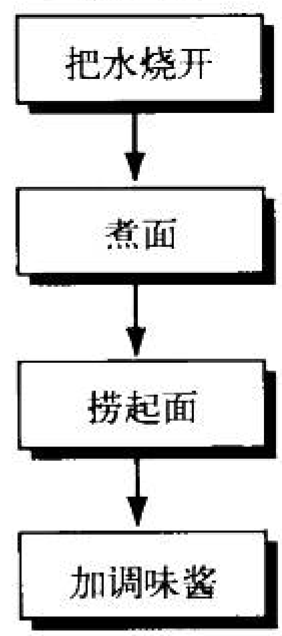


流程图

流程图能够帮助你理解某组事件是按照怎样的顺序发生的。它能有效地概括出某一过程的各个阶段，或某一程序的各个步骤。

建立流程图时，首先把每个事件简要地写在方框中。然后把最先发生的事件排在最上方，第二发生的事件排在其次，依此类推。最后，把各个事件依次用箭头连接起来。

煮捞面

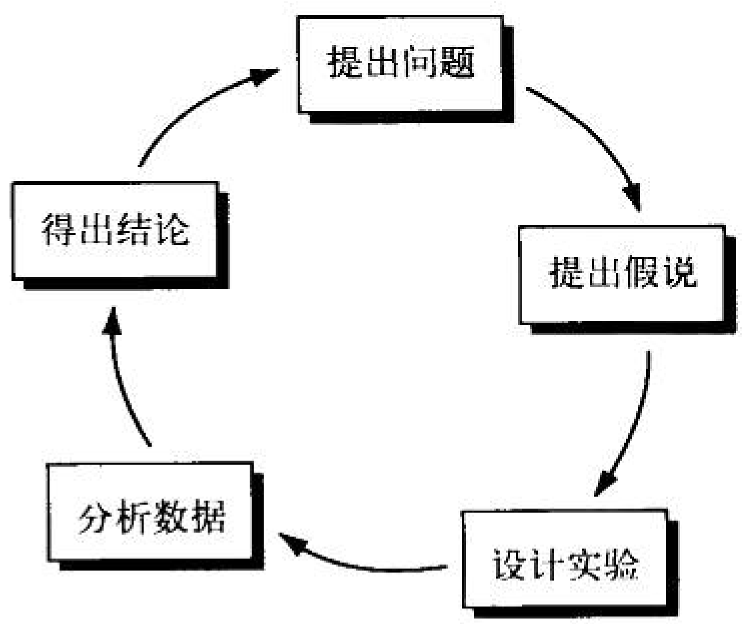


循环图

循环图用来表示一系列连续循环发生的事件。连续就是指没有终点，因为当最后一个事件结束时，第一个事件又重新开始了。就像流程图一样，循环图也能帮你理解事件的先后顺序。

建立循环图时，首先把每个事件简要地写在方框中。把一个事件排在纸顶部的中间。然后，沿着一个假想圆圈的顺时针方向，按时间顺序依次排列各个事件。最后，把事件依次用箭头连起来形成一个连续的圆圈。

科学实验的步骤



绘制图表

怎样才能使科学实验得到的数据变得有用？恐怕第一步就是要对数据进行整理，以便更好地理解它们的含义。图表就是这样一种有用的整理数据的工具。

记录表

在实验准备中，除了要收集好所需的材料以外，还必须设计好用什么方式来记录实验中将会发生的事情。制作一张记录表能帮助你有序地记录观察和测量结果。

例如，某个科学家要进行一项实验，来了解不同体重的人在做各种活动时会消耗多少热量。右边这张记录表就记录了他的结果。

30 分钟活动所消耗的热量(单位：焦)

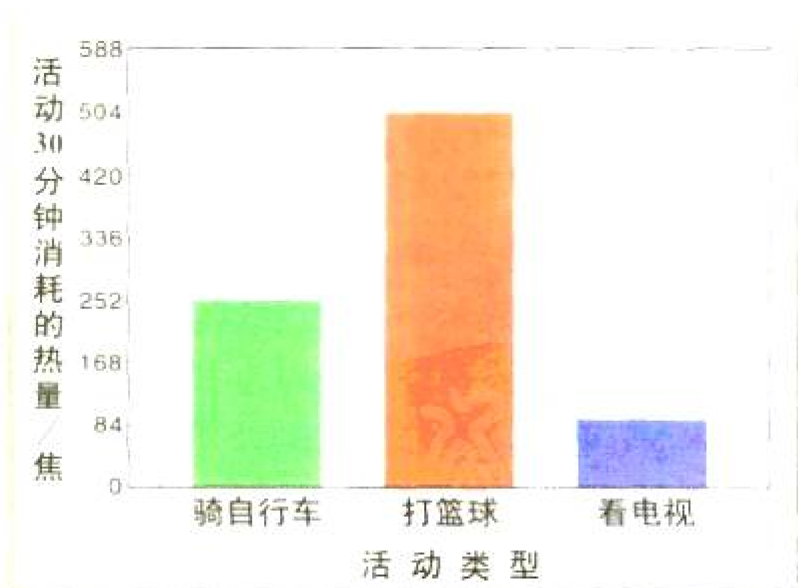
体重／千克	实验 1: 骑自行车	实验 2: 打篮球	实验 3: 看电视
30	252	504	88
40	323	689	113
50	399	865	139
60	479	1 042	160

注意在这张记录表中，第一列是调节变量(体重)，第二列至第四列分别是实验1到实验3的应变量(对于实验1，就是骑自行车时消耗的热量)。

柱形图

比较一个人在做不同活动时所消耗的热量差异可以用柱形图。柱形图用于显示一组不同项目的数据。在这个例子中，骑自行车、打篮球和看电视就是三个独立的项目。

30千克体重的人做不同活动时所消耗的热量



建立柱形图时应遵循以下步骤：

1. 在作图纸上画一条水平线(x轴)和一条垂直线(y 轴)。

2. 沿x轴列出要作图的各个项目的名称，然后写上x轴的总称。

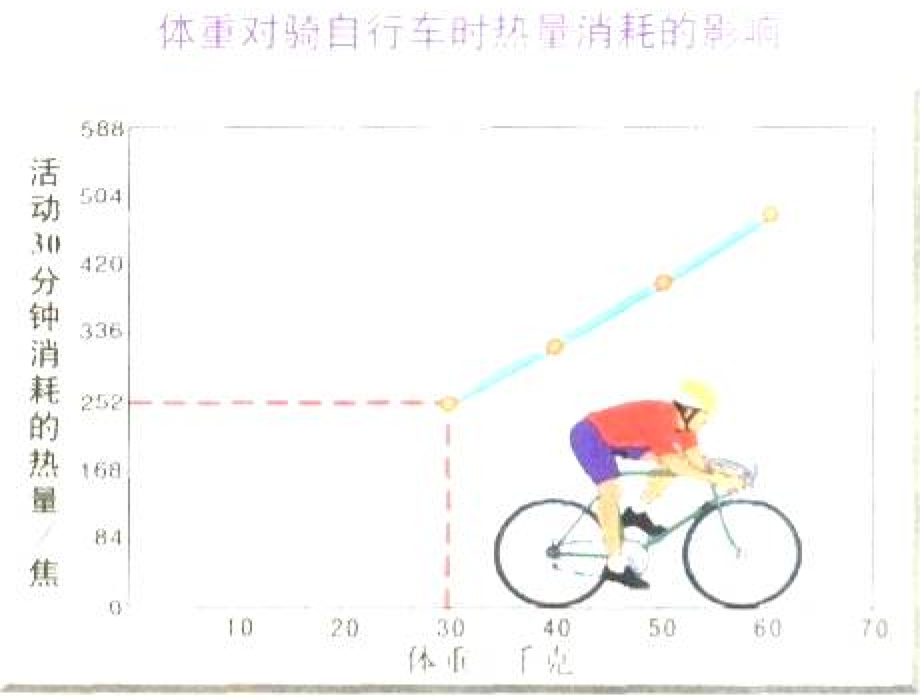
3. 给y轴写上应变量的名称，并注明单位。然后在y轴上标出刻度，注意单位数值的间距要相同，y轴数值范围要能包含所有的实验数据。

4. 给每一项画一个直条，以y轴上的刻度来决定所画直条的高度。例如，对骑自行车这项而言，就画一个和y轴上标有252焦刻度等高的直条。所有的直条宽度要相同，间距也要相等。

5. 最后给柱形图加上标题。

折线图

你可以用折线图来分析骑车时体重和消耗热量之间是否存在着联系。折线图能用来显示某一变量(应变量)是如何随着另一变量(调节变量)而变化的。当调节变量是连续性数据时，才能用折线图。所谓连续性数据，就是除了你所测量的点以外还存在其他的点。比如体重就是连续性数据，因为在30千克和40千克之间还有其他的体重值(如31千克)。还有时间也是连续性数据。



折线图是一种十分有用的工具，因为它还能用来预测一些实验中没有测量的数值。例如，可以用这张折线图来估计出，35千克重的人骑车时会消耗286焦的热量。

建立折线图时应该遵循以下步骤：

1. 在方格纸上画一条水平线(x轴)和一条垂直线(y轴)。

2. 给x轴标上调节变量的名称，给y轴标上应变量的名称，并分别注明单位。

3. 然后在两条轴上分别标出刻度，注意单位数值的间距要相同，数值范围要能包含所有的实验数据。

4. 把每一个数据在图中所对应的点标出来。上图中的虚线显示出第一个数据点(30千克和252焦)的定位方法。首先经过水平轴上30千克那一点画一条假想的垂直线，再经过垂直轴上252焦那一点画一条假想的水平线。两条线的交点就是要找的数据点。

5. 用实线连结各个数据点。(在某些情况下，可能需要画一条能反映数据的总趋势的直线。这时，可能会有一些点落在线的上方或下方。)

6. 最后给折线图加一个合适的标题，说明图中的变量及其关系。

活动

根据记录表中实验2、3的结果各画一张折线图。

活动

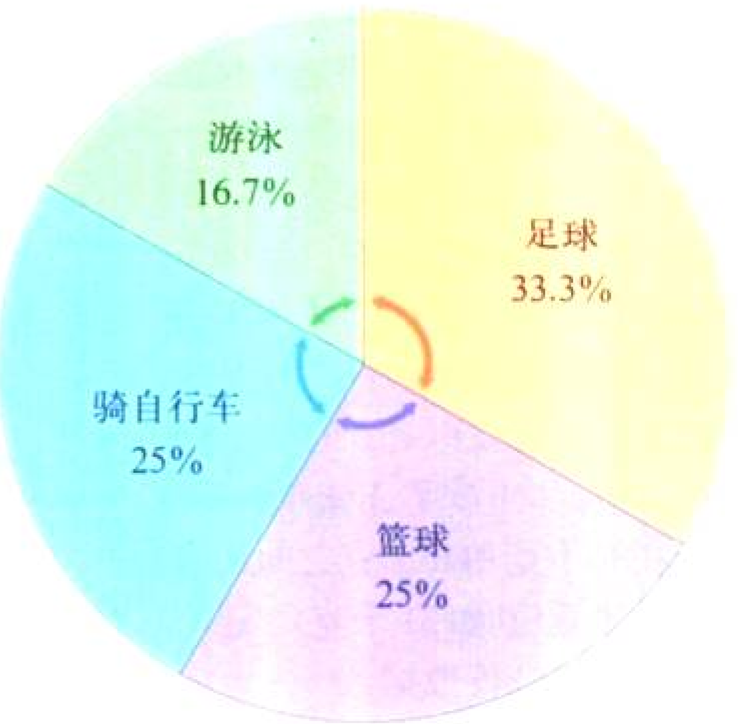
报纸上有这样的消息：本地区6月份的总降水量为4厘米，7月份为2.5厘米，8月份为1.5厘米。你认为该用哪种图表来显示这些数据？自己动手在作图纸上把它画出来。

扇形图

像柱形图一样，扇形图也用来表示一组不同项目的数据。但和柱形图不同的是，扇形图只在各个项目的数据总和等于某一整体时才能使用。扇形图有时候也被称为饼图，因为它看上去像一个分成若干小块的饼。圆圈代表了整体，而各个小块则代表不同的项目。每一块的大小能显示出这个项目在整体中所占的百分比。

下面的记录表显示了一次调查活动的统计结果。这次调研向24名青少年了解什么是他们最喜欢的运动。然后用得到的数据绘制了右边的扇形图。

青少年喜爱的运动



最喜爱的运动

运动	人数
足球	8
篮球	6
骑自行车	6
游泳	4

制作扇形图时应该遵循以下步骤：

1. 用圆规画一个圆，并标出圆心。然后从圆心竖直向上到圆周画一条直线。

2. 用下面公式来计算每一块"饼"的圆心角度数x(注：一个圆的圆心角度数是360)。例如，要算出"足球"这一块的圆心角可以用以下公式：

$$\frac{\text{喜欢足球的学生数}}{\text{学生总数}} = \frac{x}{\text{整个圆的圆心角度数}}$$

$$\frac{8}{24} = \frac{x}{360}$$

用交叉相乘法解出x。

$$24x = 8 \times 360$$

$$x = 120$$

所以"足球"这一块的圆心角度数是120度。

3. 以刚才画的线为角的一边，以圆心为角的顶点，用量角器量出第一块"饼"的角度。然后画出角的另一边。

4. 按照这一方法继续画出其他的几块饼，测量角度时都从上一块的边开始，这样可以避免各个小块互相重叠。最后完成扇形图时，整个圆都应该被填满。

5. 然后计算每一块占整体的百分比。计算时，把每一块的圆心角度数除以整个圆的圆心角度数(360)，再乘以100%，就得到你所要的百分数。例如"足球"这一块可以这样计算：

$$\frac{120}{360} \times 100\% = 33.3\%$$

6. 再给每一块涂上不同的颜色，并标出它所代表项目的名称和所占的百分比。

7. 最后给扇形图加上标题。

活动

假设一个班级有28个人，12人乘车上学，10人步行，另6人骑自行车。试绘制一张扇形图来显示这些数据。

实验室安全守则

警示性符号

下面这些符号会向你警示实验室中的潜在危险，并提醒你要小心操作。

护目镜 在使用化学药品、燃烧或加热，或在一些有可能打碎玻璃器皿的实验中应该带好护目镜来保护眼睛。

实验服 应该穿好实验服，以避免你的皮肤和衣物受到损伤。

易碎 表示你要用到某些易碎的物品，比如玻璃容器、试管、温度计或漏斗等。使用易碎物品时要格外小心，不要碰玻璃碎片。

隔热手套 表示要使用隔热手套或其他护手用具来拿取很烫的物体。热电炉、热玻璃器皿或者热水会导致烫伤。切勿直接用手触摸烫的物体。

加热 表示可以用夹子或钳子拿取玻璃器皿加热，切勿用手直接触摸。

锐器 尖头剪刀、解剖刀、小刀、针、别针以及大头针都属于尖锐物体，容易割破或刺伤皮肤。不要把它们的尖端或者刀刃朝向自己和他人。严格按照实验要求来使用锐器。

电击 表示要避免可能遭到电击的情况。不要在水旁使用电器，也不要在电器或者手潮湿时使用。确定电线已经正确连接，并且不会绊倒别人。电器不用时要断开它的电源。

腐蚀性化学药品 表示你将会用到酸或其他腐蚀性的化学药品。尽量避免让它溅到皮肤、衣服上，或者眼睛里。不要吸入挥发出的气体。实验完毕后要洗手。

有毒物品 不要让任何有毒的化学品接触到皮肤，也不要吸入它所挥发出的气体。实验完毕后要洗手。

身体安全 如果有些实验需要你做一些运动，注意避免伤害自己和他人。所有活动都要在老师的指导下进行。如果有任何理由使你无法参加此项活动，一定要向老师提出。

动物安全 在对活动物进行操作时，要尽量当心，避免伤害到动物或你自己。处理动物标本或动物脏器时也要小心。实验结束后要洗手。

植物安全 在实验室或野外处理植物时，要遵从老师的指导。如果你对某种植物过敏，那么在做相应的实验之前要告诉老师。避免接触那些有害的植物，如毒常春藤、毒橡树、毒漆树，以及带荆棘的植物。实验结束后要洗手。

燃烧 表示你可能会通过煤气灯、蜡烛或火柴来使用火。把头发束紧，整理好衣服，避免被烧到。听从老师的指导来点燃或熄灭火。

禁火 表示周围可能存在易燃物品，注意不要有任何明火以及敞开的加热源。

气体 当实验中有可能产生有毒或者不良气体时，一定要在通风的环境下操作。避免直接吸入气体。只有当老师要求你闻某种气味时，才用招气入鼻法(用手把气体朝鼻子的方向扇)去闻。

废弃物处理 实验中用到的化学品和其他实验材料在废弃前要经过安全处理。根据老师的要求把它们放到指定位置。

洗手 结束实验后，要用抗菌肥皂彻底洗手，包括手背和手指间，最后用温水冲洗干净。

常用安全提醒 你以前可能看到过这个符号，它的意思是提醒注意，应该按符号后面的要求去做。

在本书中，当要求你设计实验时，也常出现这个符号，这是要你必须先征得老师同意后，才能进行实验。

实验室安全守则

为了帮助你了解如何在实验室中安全地进行实验操作，请阅读下列安全规定。要反复仔细地阅读这些规定，直到确信自己已完全理解并能遵守为止。如果有不懂的地方，可以请教老师。

穿着规定

1. 当使用化学物品、煤气灯、玻璃器皿或者其他可能伤害眼睛的物体时，一定要戴上护目镜保护眼睛。如果你带了隐性眼镜，要向老师说明。
2. 当使用腐蚀性化学药品或者会染色的试剂时，要穿上实验用围裙或外套。
3. 把长发扎在脑后，避免碰到化学品、火焰或仪器。
4. 如果衣服的饰件或者首饰太长，垂下来时会碰到化学品、火焰或者仪器，请系紧或者摘除。把过长的衣袖卷起来，或用袖带固定。
5. 不能穿凉鞋或者拖鞋。

一般注意事项

6. 在开始实验以前，把步骤反复阅读几遍。注意遵守所有书面的和口头的提示。如果对实验的任何部分还有疑问，要向老师寻求帮助。
7. 不能未经老师分配任务或许可就开始进行实验。做自己设计的实验也要经过同意，在没有获得允许之前不准随意使用任何仪器。
8. 没有老师监督时不准进行任何实验。
9. 不准在实验室里吃东西或喝饮料。
10. 随时保持工作台的干净整洁。只能把笔记本、实验手册、实验记录本带进工作区。其他物品如钱包、背包都要放在指定地点。
11. 不得在实验室中喧闹。

急救

12. 在实验室中发生的事故或者伤害，不论多么小，都要向老师报告。如果发现着火要立即告诉老师。
13. 应学会处理发生的特殊意外。例如，酸溅入眼睛或弄到皮肤上时，应该立即用大量的水冲洗。
14. 要知道急救箱放置的地点，但是不要擅自使用。发生伤害时应该由老师来实施急救。老师也可以把你送到学校医务室，或者叫医生来。
15. 了解急救设施(如灭火器、灭火毯)的位置，并知道如何使用。
16. 熟悉最近的电话位置，并知道发生意外时该与谁联系。

加热及用火安全

17. 不要在未佩戴护目镜前使用蜡烛、酒精灯、电炉等热源。
18. 不要随便加热物体，因为常温下无害的化学品可能会在加热时造成危险(除老师要求外)。
19. 所有易燃物品都应该远离火源。在易燃的化学药品旁切勿使用明火。
20. 不要把手伸入火中。
21. 使用酒精灯前，确信你已经知道如何像老师示范的那样正确点燃和调节火焰。不要用手直接碰煤气灯，因为它可能很烫。在无人看管时必须熄灭酒精灯。
22. 加热时化学药品可能会从试管中溅出，所以用试管加热物质时，试管口切勿朝向自己或他人。
23. 不要给密闭容器内的液体加热，因为急速膨胀的气体可能会使容器爆炸。
24. 取下一个加热过的容器前，可以先用手背凑近它，试试温度。如果手背感到灼热，说明容器还太烫，因此不能直接用手拿。这时可以戴隔热手套来拿。

化学药品的使用安全

25. 千万不可因为“好玩”而随意把化学药品混合。这样做可能容易产生引起爆炸的危险物质。

26. 不要把脸凑近装有化学药品的容器开口。不要摸、尝、闻某种化学品，除非老师要求你这样做，因为许多化学物质是有毒的。

27. 只使用实验所需的化学药品。取药品时要核对试剂瓶上的标签。要按所需的药品量来称取。用完后盖好瓶塞或瓶盖。

28. 根据老师的指导处理用过的化学药品。为防止污染，不要把取出药品放入原来的瓶中。不要随意把化学品倒进水槽或废物箱里。

29. 处理酸和碱时尤其要小心。把它们倒在水槽或指定的容器中，注意不要溅到实验台上。

30. 如果要求你辨别气味，要用招气入鼻法，切勿凑到容器开口上方直接闻。

31. 当把酸和水混和时，注意要先把水倒入容器，然后再缓慢地把酸加入水中。千万不要把水倒入酸里。

32. 在实验室中要特别注意，不要把物品洒到外面。如果有化学试剂溅出来要立即用大量的水冲洗。如果酸溅到皮肤或者衣服上必须马上用大量的水冲洗，同时向老师报告是否还有其他的地方被溅到。

玻璃器皿的使用安全

33. 不要将玻璃管或温度计强行塞入橡皮塞或者橡皮管中。如果实验需要，可以让老师帮助把玻璃管或者温度计塞好。

34. 在用煤气灯加热时，使用石棉网来避免玻璃器皿与火焰直接接触。不要加热外表还不完全干燥的玻璃器皿。

35. 要记住，烫的玻璃器皿看上去就和冷的一样。千万不要在没有试过温度之前贸然用手去拿。必要时使用隔热手套。参见第 24 条规定。

36. 不要使用已经破裂或有缺口的玻璃器皿。如果发现玻璃器皿有损坏，要向老师报告，然后把它扔到指定的回收箱中。

37. 不要用实验室的玻璃器皿装食物。

38. 归还玻璃器皿之前要彻底洗干净器皿。

锐器的使用

39. 使用解剖刀或其他尖锐物品时要特别小心。切东西的时候刀口不要朝向自己。

40. 如果在实验室里划破了皮肤要马上向老师汇报。

动植物安全

41. 不准进行会引起哺乳动物、鸟类、爬行动物、鱼类和两栖动物痛苦、不适或伤害的实验。这个原则在家里和在学校都同样适用。

42. 只有绝对必要时才使用动物进行实验。老师会指导你如何处理带入实验室的每一种动物。

43. 如果你知道自己对某种植物、霉菌或动物过敏，那么在相应的实验开始之前就要向老师说明。

44. 在野外工作时，要穿好长袖衣服、长裤、袜子和鞋子，以保护自己的皮肤少受伤害。要学会辨认当地有毒的植物、真菌以及带刺的植物，尽量避免接触它们。

45. 不要吃任何不认识的植物和真菌。

46. 接触过动物或者饲养动物的笼子之后要彻底洗手。如果实验涉及动物脏器、植物、泥土，结束后也要洗手。

实验结束规定

47. 实验完成后，把工作台整理干净，所有仪器归还到指定位置。

48. 按老师的要求处理废物。

49. 每一次实验结束都要洗手。

50. 所有的加热器和电炉不用时都应关上。拔掉电炉等电器的插头；如果使用的是煤气灯，要检查煤气管道的开关是否关闭。

索 引

致　谢

Illustration

John Edwards & Associates: 30, 44, 56t, 79, 80, 81, 89, 119, 140
GeoSystems Global Corporation: 88, 91, 92, 103t, 115, 124–125, 136, 148
Andrea Golden: 10, 151
Jared Lee: 150
Martucci Design: 15, 23, 43, 103b, 121, 132
Matt Mayerchak: 38, 72, 144
Morgan Cain & Associates: 26b, 27, 28, 45, 46, 50–51, 54, 57, 59, 67, 69, 141
Ortelius Design Inc: 17, 56b, 82, 86-87, 109, 113, 116, 138, 145
Matthew Pippin: 26t, 33, 61, 65, 96
Proof Positive/Farrowlyne Associates, Inc.: 149
John Sanderson/Horizon Design: 78
Walter Stuart: 137
J/B Woolsey Associates: 64, 97, 117

Photography

Photo Research Kerri Hoar, PoYee McKenna Oster
Cover image Tom Ives/The Stock Market

Nature of Science
Page 8, Jane Love/NASA; **9r**, Jose L. Pelaez/The Stock Market; **9l**, NASA/Photo Researchers, **10b**, NASA; **10–11t**, NASA

Chapter 1
Pages 12–13, Jay Simon/TSI, **14t**, Russ Lappa; **14b**, NASA/Photo Researchers, **16b**, Russ Lappa; **16t**, Richard Haynes; **17r**, George G. Dimijian/Photo Researchers; **18tl**, Eric Horan/Liaison International; **19**, Richard Haynes; **20t**, Russ Lappa; **20b**, Aaron Haupt/Photo Researchers; **21b**, Paul Lowe/Magnum Photos; **21t**, Biophoto Associates/Photo Researchers; **22**, Will McIntyre/Photo Researchers; **24**, Steve Casimiro/Liaison International; **25t**, Russ Lappa, **25b**, Eric A. Kessler; **27t**, Ivan Bucher/Photo Researchers; **29**, Russ Lappa; **31t**, Russ Lappa, **31b**, Steve Vidler/Superstock; **32**, Mark C. Burnett/Photo Researchers; **34b**, Corbis-Bettmann, **34t**, The Granger Collection, NY; **35b**, NASA; **35t**, The National Archives/Corbis; **36**, Jack Finch/Science Photo Library/Photo Researchers; **37**, Biophoto Associates/Photo Researchers.

Chapter 2
Pages 40–41, William Johnson/Stock Boston; **42–43**, Photo Researchers; **47**, Richard Haynes; **48**, Russ Lappa; **49**, Russ Lappa; **50–51**, Daniel Cox/Allstock/PNI; **52t**, Russ Lappa; **52bl**, Victoria Hurst/Tom Stack & Associates, **52–53**, Gary Retherford/Photo Researchers; **53r**, Richard Haynes; **55**, Richard Haynes; **56**, Steve McCurry/Magnum Photos, **58**, Scala/Art Resource, NY; **60**, Ken McVey/TSI; **61**, Russ Lappa, **62**, E.J. Tarbuck; **63**, Peter Arnold, **65t**, Michael Gadomski/GADOM/Bruce Coleman; **65tm**, Phil Degginger/Bruce Coleman, **65bm**, E.R. Degginger; **65b**, John Shaw/Bruce Coleman; **66**, Wendy Shattil/Bob Rozinski/Tom Stack & Associates, **67**, Richard Haynes; **68t**, AP/Wide World; **68b**, Nuridsany et Perennou/Photo Researchers; **68 inset**, Gerben Oppermans/TSI; **70**, Bill Frantz/TSI, **71l**, Gerben Oppermans/TSI; **71r**, Victoria Hurst/Tom Stack & Associates.

Chapter 3
Pages 74–75, Pete Turner/The Image Bank; **76t**, Russ Lappa, **76b**, Russ Lappa; **77**, Jim Corwin/TSI, **83t**, Russ Lappa; **83b**, Dirck Halstead/Liaison International, **84**, Dan Sudia/Photo Researchers; **85**, Schuster/Superstock; **86b**, The Granger Collection, NY, **86t**, The Granger Collection, NY, **87l**, North Wind Picture Archives; **88**, Sheila Beougher/Liaison International, **89**, NASA Goddard Laboratory for Atmospheres, **90**, Clore Collection, Tate Gallery, London/Art Resource, NY; **92**, NOAA; **94**, Tony Freeman/Photo Edit; **95t**, Richard Haynes; **95bl**, Keith Kent/Science Photo Library/Photo Researchers; **95br**, Grant V. Faint/The Image Bank, **98**, AP Photo/Pool/David J. Phillip, **99t**, Larry Lawfer; **99b**, Corel Corp.; **100**, AP Photo/David Umberger; **101**, NOAA; **103**, NOAA; **104–106**, AccuWeather, Inc.; **107l**, Schuster/Superstock, **107r**, Russ Lappa

Chapter 4
Pages 110–111, David Muench, **112t**, Richard Haynes; **112b**, Thomas D. Mangelsen/Peter Arnold, **114**, David Madison/Bruce Coleman; **116**, Duncan Wherrett/TSI, **117**, Chris Cheadle/TSI; **121**, Richard Haynes; **122t**, Russ Lappa; **122b**, Charlie Waite/TSI, **123**, Geogory G. Dimigian/Photo Researchers; **126t**, Thomas D. Mangelsen/Peter Arnold; **126b**, Alex S. MacLean/Peter Arnold; **127**, Stephen Johnson/TSI; **128t**, Ann Duncan/Tom Stack & Associates; **128b**, Margaret Gowan/TSI, **129**, Kennan Ward Photography/Corbis; **130t**, Art Wolfe/TSI; **130b**, Thomas Kitchin/Tom Stack & Associates, **131**, Photodisc, Inc.; **134**, 1996 Ira Block; **135r**, Tony Craddock/Science Photo Library/Photo Researchers, **135 inset**, George Godfrey/Animals Animals; **142**, NOAA; **143l**, Art Wolfe/TSI; **143r**, Tony Craddock/Science Photo Library/Photo Researchers

Interdisciplinary Exploration
Page 146, Galen Rowell/Corbis, **147**, The Granger Collection, NY; **149**, AE Zuckerman/Photo Edit, **150 inset**, Corbis-Bettmann; **150–151**, AE Zuckerman/Photo Edit

Skills Handbook
Page 152, Mike Moreland/Photo Network, **153t**, Foodpix, **153m**, Richard Haynes, **153b**, Russ Lappa; **156**, Richard Haynes; **158**, Ron Kimball, **159**, Renee Lynn/Photo Researchers

浙江省版权局著作权合同登记号：图字 11-2002-70 号